COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot** présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de « Science et Morale ».

« Cet Ouvrage renferme divers Articles et Discours, relatifs au rôle général de la Science dans la Société et dans l'Éducation ; entre autres les Discours prononcés par l'auteur dans le Sénat en faveur de la haute culture, lors de la discussion de la loi militaire. On y trouvera également des Notices biographiques sur Pasteur, sur Cl. Bernard, P. Bert, ainsi que des Articles sur l'histoire des Sciences, par exemple sur la découverte de l'alcool, sur la conservation des industries antiques, sur la Chimie arabe, sur les Perles, sur Papin et la découverte de la machine à vapeur. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition des fruits du* Phœnix melanocarpa; par M. Aimé Girard.

« Il existe à Nice, sur la terrasse de la villa Henry de Cessole, non loin du débouché du vallon de la Mantega, un palmier-dattier remarquable, qui, signalé par M. Émile Sauvaigo, secrétaire général de la Société d'Agriculture de Nice, a été de la part de notre Confrère, M. Ch. Naudin, l'objet d'une étude botanique détaillée.

» Ce palmier-dattier, provenant de Bordighera, a été mis en place en 1882, par M. Victor de Cessole, propriétaire de la villa; il était alors âgé d'une dizaine d'années, et depuis 1893 on le voit, chaque année, porter une douzaine de régimes sur lesquels se développent de belles dattes, comestibles et sucrées, mûrissant, dès le mois d'avril, sous le climat méditerranéen, alors que, sous le climat africain, la maturité des dattes les plus précoces ne se produit qu'au mois de juillet.

» Ce palmier-dattier est le premier qui ait permis de récolter, en France, des fruits agréables et propres à la consommation. M. Ch. Naudin lui a donné le nom de *Phœnix melanocarpa*, pour rappeler la couleur noire de ces fruits.

» Ceux-ci, qui mesurent environ 4^{cm} de longueur sur 20 à 25^{mm} de diamètre, ont assez exactement la forme de l'olive; la couleur en est d'un noir foncé; la peau, qui est ferme, se détache aisément de la pulpe qui constitue autour du noyau une enveloppe épaisse, charnue et sucrée.

» A la suite d'une Communication sur ce palmier-dattier, faite à la Société nationale d'Agriculture par l'un de ses membres, M. Léon Dru, il m'a semblé qu'il serait intéressant d'établir la composition des fruits, nouveau-venus dans notre pays, que le palmier-dattier de Nice vient nous offrir. A la demande de M. Léon Dru, M. Victor de Cessole a bien voulu, au mois de juin dernier, avec une obligeance dont je suis heureux de le remercier, mettre à ma disposition une quantité de dattes suffisante pour cette recherche : ce sont les résultats fournis par l'analyse de ces fruits que je présente aujourd'hui à l'Académie.

» Pour définir les dattes du *Phœnix melanocarpa* et après leur avoir reconnu la forme et les dimensions déterminées par M. Émile Sauvaigo, je me suis attaché à en fixer le poids moyen.

» Ces dattes, au moment où je les ai reçues de M. Victor de Cessole, étaient à maturité parfaite, bien pleines et rebondies; aucune n'avait été froissée pendant le transport; le fruit, en un mot, était absolument à point; en cet état, le poids d'une datte, établi d'après la pesée d'un grand nombre de fruits, a été trouvé, en moyenne, de $7^{gr},64$; pour simplifier, on peut adopter pour ce poids moyen le chiffre de 8^{gr}.

» Ce point acquis, j'ai entrepris, comme il convient de le faire lorsqu'on veut connaître la valeur alimentaire réelle d'un fruit, de déterminer la proportion relative, d'une part des peaux et des noyaux, c'est-à-dire de la partie non comestible, d'une autre de la partie comestible, c'est-à-dire de la pulpe sucrée. Rien n'est plus aisé, d'ailleurs, que de séparer mécaniquement les peaux et les noyaux de la pulpe; l'adhérence entre ces diverses parties est très faible, en effet.

» Les résultats auxquels conduit cette dissection, comme aussi le dosage de l'eau contenue dans les peaux, les noyaux et la pulpe, sont les suivants, pour 100^{gr} de fruits.

Partie non comestible.	Peaux à 37,23 pour 100 d'eau..........	$7^{gr},75$	$20^{gr},75$
	Noyaux à 29,81 pour 100 d'eau........	$13^{gr},10$	
Partie comestible.	Pulpe sucrée à 43,88 pour 100 d'eau.............		$79^{gr},25$
			$100^{gr},00$

» C'est, bien entendu, sur cette dernière partie seulement, sur la pulpe comestible, que j'ai fait, ensuite, porter l'analyse; elle seule présente de l'intérêt au point de vue alimentaire.

» Les dattes ayant été, à la main, débarrassées des peaux et des noyaux, la pulpe ainsi isolée a été broyée, au mortier, avec un poids d'eau distillée égal au sien, et la pâte, fort épaisse encore, ainsi obtenue, filtrée, sous pression, à travers une toile fine.

» La densité du jus dilué ainsi recueilli a été, après filtration au papier, prise à 15° et, par le calcul, on en a déduit, pour la densité du jus normal, le chiffre de 1,240.

» Cette grande densité, jointe à la saveur du jus, permettait, *a priori*, d'attribuer à celui-ci une grande richesse saccharine; mais, avant d'établir cette richesse, il était nécessaire de reconnaître la nature du sucre qui la détermine.

» En général, à la composition des fruits du dattier, on voit intervenir à la fois du saccharose et du sucre inverti; en certaines régions de l'Asie

même, la fabrication du sucre cristallisé au moyen de ces fruits constitue une industrie primitive.

» Tout autre est la matière sucrée contenue dans les fruits du *Phœnix melanocarpa*. C'est le lévulose, et, tout permet de le croire, le lévulose seul qui représente cette matière sucrée.

» Pour m'en assurer, j'ai cherché à déterminer le pouvoir rotatoire du jus étendu fourni par le broyage de la pulpe des dattes avec son poids d'eau distillée; on sait combien est incertaine la détermination du pouvoir rotatoire du lévulose. M. Jungfleisch a montré que ce pouvoir varie avec l'âge de la dissolution, avec son degré de concentration, avec la température enfin. La présence de matières autres que le sucre rendait, dans le cas actuel, la détermination plus difficile encore. J'ai pu cependant reconnaître ainsi qu'à 15°, dans une solution riche à 24,65 pour 100, le sucre contenu dans les dattes du *Phœnix melanocarpa* accuse une déviation à gauche, qui se rapproche de 110°; parmi les matières sucrées connues, le lévulose seul possède un pouvoir lévogyre aussi élevé.

» L'expérience directe m'a, d'autre part, fait reconnaître que la pulpe de ces dattes ne renferme ni saccharose, ni autre sucre invertible. Pour établir ce fait, j'ai dû d'abord déterminer le pouvoir réducteur qu'exerce le lévulose sur la liqueur de Fehling. Cette détermination a été faite sur un échantillon de lévulose bien cristallisé, d'une blancheur parfaite, ne perdant rien dans le vide sec, qu'a bien voulu m'offrir mon collègue, M. Jungfleisch. J'ai reconnu alors qu'en opérant avec une liqueur préparée d'après la formule de Boussingault, et dans des conditions de dilution convenables, la quantité de cuivre réduite par 1^{gr} de lévulose est égale à $1^{gr},757$; ce chiffre est identique à celui que, précédemment, j'ai eu l'occasion de fixer pour le pouvoir réducteur du sucre inverti [1].

» Le pouvoir réducteur du lévulose étant ainsi déterminé, j'ai soumis à l'action de la même liqueur de Fehling le jus sucré des dattes du *Phœnix melanocarpa*, et j'ai vu, dans ces conditions, la réduction fournir des poids de cuivre identiques avant et après l'inversion par le procédé Clerget.

» Il semble donc permis d'affirmer que la matière sucrée qui communique à ces fruits leur saveur est faite, exclusivement, de lévulose.

» Quant aux autres produits concourant à la composition de la pulpe, la détermination en a été faite par les procédés ordinaires de l'analyse. Un fait remarquable a été constaté alors : parmi ces produits, il a été impossible de reconnaître ni acides, ni composés tanniques; l'absence de produits de cet ordre d'un côté, l'abondance de la pectine d'un autre expliquent la saveur particulièrement douce et moelleuse des dattes récoltées sur le *Phœnix melanocarpa*.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 800.

» C'est, en résumé, par les chiffres suivants que l'analyse conduit à représenter la composition centésimale de la pulpe séparée des peaux et des noyaux :

Eau			43,88
Matières solubles.	Lévulose	39,19	50,22
	Acides	néant	
	Tannins et analogues	néant	
	Matières azotées	0,76	
	Pectine	2,48	
	Matières organiques inconnues	6,83	
	Matières minérales	0,96	
Matières insolubles.	Ligneux cellulosique	5,41	5,90
	Ligneux azoté	0,45	
	Matières minérales	0,04	
			100,00

» D'où résulte, pour les dattes prises dans leur ensemble, la composition ci-dessous :

Partie non comestible.

Peaux à 37,23 pour 100 d'eau	7,65	20,75
Noyaux à 29,81 pour 100 d'eau	13,10	

Partie comestible (pulpe).

Eau			34,77
Matières solubles.	Lévulose	31,08	39,80
	Acides	néant	
	Tannins et analogues	néant	
	Matières azotées	0,60	
	Pectine	1,72	
	Matières organiques inconnues	5,63	
	Matières minérales	0,77	
Matières insolubles.	Ligneux cellulosique	4,29	4,68
	Ligneux azoté	0,36	
	Matières minérales	0,03	
			100,00

» Ainsi composé, le fruit du *Phœnix melanocarpa* se présente avec des qualités particulièrement plaisantes. Malgré sa grande richesse en matière sucrée, richesse qui, en poids, représente les deux cinquièmes de la pulpe, la saveur, parce que cette matière sucrée est du lévulose, en est douce

et moins marquée que celle des dattes à saccharose; l'absence d'acides et de tannins accentue encore ce caractère de douceur; la pulpe tendre, quoique bien tenue, riche en pectine, fond pour ainsi dire dans la bouche, et l'essence si fine de la datte lui communique un parfum délicat.

» Aussi doit-on considérer comme un progrès bien désirable la propagation sur le littoral de notre Provence du palmier-dattier qu'a découvert M. Émile Sauvaigo et auquel notre Confrère, M. Ch. Naudin, a donné le nom de *Phœnix melanocarpa*. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation des gîtes sédimentaires de phosphate de chaux;* par M. **Adolphe Carnot**.

« La théorie de la formation des gîtes sédimentaires de phosphate de chaux a été l'objet de bien des controverses et laisse place encore à bien des doutes. Je crois pouvoir y apporter une contribution nouvelle en mettant à profit de nombreux résultats d'analyse de phosphates, quelques essais de synthèse et des observations géologiques sur les principaux gisements connus et exploités.

» J'ai donné le détail des observations et des expériences dans un Mémoire publié par les *Annales des Mines* ([1]). Je me bornerai à présenter ici les conclusions générales, auxquelles j'ai été conduit par ces recherches.

» Les analyses ont porté sur quatre-vingts échantillons, provenant des divers niveaux géologiques, depuis le silurien jusqu'à la fin du tertiaire. Elles ont eu pour principal objet de déterminer les quantités relatives d'acide phosphorique et de fluor, qui avaient, à mes yeux, un intérêt spécial au point de vue de l'origine des phosphates de chaux.

» Il résulte de ces nombreux essais, que les phosphates sédimentaires de tous les âges renferment, en général, une proportion de fluor peu éloignée de celle qu'aurait une apatite exclusivement fluorée de même teneur en acide phosphorique (1 de fluor pour 11 d'acide phosphorique ou 8,92 pour 100). Cependant, cette proportion est très notablement dépassée dans un certain nombre de phosphates et d'ossements fossiles. Il importera de tenir compte de ces faits dans toute hypothèse sur la genèse des phosphates.

» Au point de vue de leur origine, je rappellerai tout d'abord, que depuis

---

([1]) *Annales des Mines*, 2e semestre 1896, p. 137-231.

longtemps on a signalé, dans les gîtes de phosphates de chaux, notamment dans les gîtes de l'étage albien, de nombreux organismes, animaux ou végétaux, qui ont été entièrement transformés en phosphate, par suite d'un phénomène d'épigénie comparable à celui qui a donné naissance aux coquilles et aux bois silicifiés. De récentes observations ont appris que même les grains de phosphate indiscernables à l'œil nu sont souvent constitués, soit par le remplissage des coquilles de foraminifères, comme dans les gîtes sénoniens de la Belgique et du nord de la France, soit par l'épigénie de la boue à diatomées, comme dans les gîtes suessoniens de la Tunisie [M. Cayeux ([1])].

» D'autre part, j'avais antérieurement reconnu (par des essais de synthèse faits dans l'été de 1892) que le phosphate de chaux tribasique, très peu soluble dans l'eau pure, mais davantage en présence de carbonate d'ammoniaque (l'un des produits naturels de la décomposition des substances organiques azotées), peut être transporté par voie de dissolution et se fixer sur des matières organisées (mollusques ou fragments de bois).

» D'autres expériences m'avaient appris ([2]) que, de même, le fluorure de calcium, en se dissolvant en faible quantité dans l'eau additionnée de carbonate d'ammoniaque, peut se transporter et se fixer sur le phosphate, par exemple sur la matière des os d'animaux modernes, qui, primitivement exempts de fluor, s'enrichissent peu à peu jusqu'à présenter une composition comparable à celle de l'apatite. J'avais même constaté que la fluoration peut aller plus loin, si la solution renferme du fluorure alcalin, parce qu'il se fait une double décomposition entre ce sel et le phosphate ou le carbonate de soude.

» Je reconnus aussi, par les expériences de laboratoire, que le phénomène de la phosphatation des matières organisées et celui de la fluoration des phosphates se trouvent fort activés, lorsque, dans le vase où ils se produisent, il y a alternativement addition d'eau et évaporation, concentration ou même mise à sec des sels dissous par l'eau.

» Dans la nature, les mêmes phénomènes ont pu se produire dans des conditions plus ou moins analogues. J'ai exposé, dans le travail déjà cité, de nombreuses preuves de la fluoration qui s'est produite sur les ossements fossiles ([3]). Cette fluoration s'est incontestablement faite sur le

---

([1]) *Comptes rendus*, p. 273; 27 juillet 1896.

([2]) *Annales des Mines*, 1er semestre 1893; p. 185.

([3]) J'aurai lieu de revenir sur cette question à cause du rôle particulièrement

phosphate de chaux déjà existant; mais on conçoit très bien que, dans d'autres occasions, le dépôt du phosphate et celui du fluorure aient pu se produire simultanément, d'autant plus que les mêmes circonstances étaient favorables aux deux phénomènes.

» Ces circonstances ont dû précisément se trouver réalisées sur certains rivages, où s'accumulaient des dépouilles animales de tout genre et, sans doute aussi, une grande quantité de débris végétaux.

» Alternativement recouverts par les eaux des hautes mers et exposés aux rayons du soleil pendant les marées basses, ces amas de substances organiques devaient se décomposer et leurs éléments se transformer pour la plupart en produits volatils ou solubles : eau, acide carbonique, carbonate d'ammoniaque, etc.; quant au phosphore, il demeurait dans les résidus, soit à l'état de phosphate de chaux tout formé dans les dents, les os, les arêtes, etc., soit à l'état de combinaisons organiques, qui se transformaient, sous l'influence de ferments oxydants, en phosphate ammoniacal et, bientôt après, au contact des sédiments calcaires, en phosphate de chaux, suivant la théorie exposée par M. Armand Gautier ([1]).

» Les rivages plats, avec lagunes et plages faiblement ondulées, devaient être favorables à l'accumulation des matières phosphatées et à leur transformation ultérieure; les vagues y poussaient les débris d'animaux et de végétaux et laissaient dans les dépressions du terrain des eaux salées, qui subissaient ensuite une évaporation active, une concentration et même peut-être une dessiccation complète.

» Les phosphates pouvaient se dissoudre en quantité notable dans ces eaux, chargées de chlorure de sodium et de carbonate d'ammoniaque, et se déposer, par précipitation chimique ou par épigénie, sur les grains calcaires ou à la place des éléments organiques.

» Dans cet ordre d'idées, il était naturel de supposer que le fluorure de calcium, reconnu dans l'analyse des phosphates sédimentaires, leur avait été fourni par les eaux de la mer. Cependant on n'avait pas encore constaté avec certitude dans ces eaux la présence et la proportion du fluor; aussi ai-je cru nécessaire de faire une recherche spéciale sur ce point. Grâce à l'obligeance de M. de Lacaze-Duthiers, j'ai pu faire venir de son laboratoire de Roscoff une tourie d'eau de mer, qui avait été remplie à quelques

---

important qui me paraît aujourd'hui devoir être attribué aux eaux de la mer dans cette transformation.

([1]) *Annales des Mines*, 1er semestre 1894; p. 36.

centaines de mètres de distance de la côte, et je me suis attaché à y faire, avec le plus d'exactitude possible (sur 42^{lit} d'eau), le dosage du fluor. J'ai trouvé que l'eau de l'Océan renferme, par mètre cube, $0^{gr},822$ de fluor, correspondant à $1^{gr},687$ de fluorure de calcium.

» Cette quantité, bien que minime en apparence, devait certainement suffire, à la longue, pour amener les phosphates à leur limite de fluoration, surtout si l'on admet qu'il y ait eu, dans des lagunes peu profondes, évaporation des eaux salées, renouvellement de ces eaux par les marées et répétition des mêmes phénomènes pendant de très longues périodes de temps.

» La limite normale de l'enrichissement en fluor devait être, en général, la teneur des fluophosphates cristallisés; mais cette teneur même pouvait se trouver assez souvent dépassée, soit que l'évaporation des eaux marines, allant jusqu'à la dessiccation, donnât naissance à un dépôt de fluorure de calcium, qui demeurait indissous lors du retour passager de la haute mer, soit qu'il y eût formation, dans le liquide concentré des lagunes, de fluorure de sodium capable de produire, ainsi que je l'ai dit plus haut, une double décomposition avec le phosphate ou le carbonate de chaux [1].

» En résumé, la théorie de la formation dans des lagunes explique bien les différents faits observés dans l'analyse des phosphates sédimentaires.

» Si l'on passe en revue les principaux gîtes de phosphates, on reconnaît que les circonstances définies plus haut ont dû s'y trouver réalisées. Je n'en citerai ici que quelques exemples, pris parmi ceux qui ont donné lieu aux exploitations les plus importantes.

» Les dépôts de nodules phosphatés contenus dans les assises des *sables verts*, du *gault* et de la *gaize* qui jalonnent les affleurements de l'*étage albien* vers le nord et l'est du bassin de Paris et qui se retrouvent plus au sud dans le bassin du Rhône, se sont formés le long des côtes plates et étendues de la *mer infracrétacée*. Il a dû s'y produire plus tard, comme dans la plupart des gîtes, un remaniement partiel avec dissolution, transport et concentrations locales du phosphate de chaux. Le fluor (fl) de ces nodules est au fluor (Fl) de l'apatite correspondante dans un rapport qui varie de 0,96 à 1,18.

» Dans les sables phosphatés de l'*étage sénonien*, exploités en Picardie,

---

(1) La formation du fluorure de sodium dans des lagunes, soumises à une évaporation active, pourrait s'expliquer de la même manière que la formation des carbonates de sodium (natron et urao) dans les lacs salés de Hongrie, d'Égypte et de Tripolitaine.

en Artois et en Belgique, le rapport $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ a été trouvé compris entre 0,92 et 1,19. Or, il résulte des observations géologiques et micrographiques les plus attentives, que la *craie phosphatée*, d'où ils sont issus, s'est déposée dans des eaux peu profondes, à peu de distance des rivages; elle constitue, au milieu de la craie ordinaire, de grandes lentilles allongées, correspondant sans doute à des lagunes de la *mer supracrétacée*, où les vagues ont dû accumuler les débris organiques mêlés aux granules calcaires.

» Les gîtes tunisiens et algériens, compris dans l'*éocène* inférieur, marquent, de distance en distance, les anciens rivages, très sinueux, de la *mer suessonnienne*, depuis les environs de Kairouan et de Tunis jusqu'à Boghari, dans le département d'Alger, et peut-être plus loin encore. Le rapport des teneurs en fluor $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ est exprimé par des nombres compris entre 0,77 et 1,08; mais il se maintient le plus ordinairement au voisinage de l'unité. Les circonstances de formation de ces gîtes paraissent avoir été tout à fait conformes à celles que j'ai indiquées plus haut.

» Quant aux phosphates de la Caroline du Sud et de la Floride, qui sont en partie utilisés dans les États-Unis, en partie importés en Europe, leurs vastes gisements appartiennent, comme ceux du nord de l'Afrique, principalement à la période *éocène;* mais on voit aussi des gîtes remaniés dans les couches *miocènes*, *pliocènes* et même *pléistocènes*. Les variétés de *phosphates en roche* de la Floride (*hard rock*, *plate rock*, *soft phosphate*), qui sont d'âge éocène, forment des massifs irréguliers au milieu d'un terrain sableux, argileux ou calcaire. Elles montrent une structure nettement concrétionnée, qui tendrait à les rapprocher des phosphorites du Quercy, du Gard ou de l'Oranais ; mais elles s'en distinguent absolument par leur teneur en fluor, qui est fort élevée et dépasse même celle de l'apatite. Le rapport $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ varie entre 0,96 et 1,13, tandis qu'il est le plus souvent voisin de zéro et arrive très rarement à 0,40 dans les phosphorites françaises.

» Les *phosphates en nodules*, exploités dans la terre ou dans le lit de certaines rivières (*land pebble* et *river pebble*) paraissent provenir du remaniement des phosphates en roche par les cours d'eau de la fin du pliocène. Leur teneur en fluor est encore plus élevée que celle des phosphates en roche; le rapport $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ va de 1,07 jusqu'à 1,45.

» Le contraste entre ces hautes et ces basses teneurs en fluor doit avoir son explication dans la différence des conditions de formation des deux

sortes de phosphates. Selon moi, les phosphorites de France et d'Algérie ont été déposées, hors de la portée des eaux marines, par des eaux douces, qui avaient dissous des phosphates primitivement presque exempts de fluor, tandis que les phosphates de la Floride sont dus au remaniement par les eaux de la mer des amas d'excréments et de débris animaux de toutes sortes laissés par la multitude innombrable d'oiseaux pêcheurs, de poissons et de sauriens, qui vivaient dans le golfe et sur les terrains bas et plats de cette grande presqu'île. Les vagues des hautes mers, déferlant sur ces plages, devaient entraîner les débris organiques vers les dépressions du sol. Les eaux salines, en s'évaporant à leur contact, devaient s'enrichir en phosphate et en fluorure de calcium, et, pénétrant dans les fissures du sol, y former les dépôts concrétionnés, qui constituent les phosphates en roche. La teneur, plus élevée encore, des nodules peut être attribuée à l'action ultérieure des eaux de rivières, qui ont dissous relativement plus de phosphate que de fluorure et laissé ainsi des résidus présentant une plus haute teneur en fluor.

» Les différents faits observés dans les gîtes de phosphate de chaux sédimentaires semblent donc trouver très naturellement leur explication dans la théorie proposée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Baudey adresse une Note relative à un système d'aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. E. Leclère adresse une Note relative à la répartition du mouvement dans un milieu homogène et à la formation des cyclones.

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

M. H. Tarry adresse une nouvelle Note sur la production des inondations dans le bassin de la Seine.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Mascart, Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à se faire représenter à la séance d'inauguration de l'Université de Paris, qui doit avoir lieu le jeudi 19 novembre, à 2 heures.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1896, *nov.* 2), *faites à l'Observatoire de Paris* (*Équatorial de la Tour de l'Ouest*). Note de **M. G. Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1896.	Étoiles.	Grandeur.	Temps sidéral de Paris.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.
			h m s	m s	′ ″	
Nov. 4.....	*a*	8,5	21.49.10	+0.18,19	−4.18,8	16:16
4.....	*a*	8,5	23.19.13	+0.11,56	−7.24,0	8:8
4.....	*b*	7,9	23.52.10	+0. 1,47	+6.21,3	8:8
4.....	*c*	7,6	0. 9.51	+0.31,58	+3.19,4	8:8
5.....	*d*	9,8	23.39.45	+0.15,06	+4. 7,4	12:12
6.....	*e*	8,5	21.50.35	+0.24,26	+0.59,3	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 4..	*a* 3997 BD+23°	20.18.35,01	+2,29	+23.57. 2,3	+19,2	A.G.C. Berlin.
4..	*b* 3998 BD+23	20.18.42,68	+2,29	+23.42.10,2	+19,1	Id.
4..	*c* 3994 BD+23	20.18.11,47	+2,29	+23.44.44,6	+19,1	Id.
5..	*d* Anonyme	20.16.47	+2,28	+22.55.20	+18,7	Position approchée.
6..	*e* 4014 BD+22	20.15. 9	+2,28	22.14.58,1	+18,3	A.G.C. Berlin.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 4..	6.51.10	20.18.55,49	$\bar{1}$,211	+23.53. 2,7	0,589
4..	8.20.58	20.18.48,86	$\bar{1}$,479	+23.49.57,5	0,644

Dates 1896.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
4..	8.53.49	20.18.46,44	$\bar{1}$,533	+23.48.50,6	0,668
4..	9.11.27	20.18.45,34	$\bar{1}$,556	+23.48.23,1	0,682
5..	8.37.30	20.17. 4	$\bar{1}$,515	+22.59.46	0,668
6..	6.44.43	20.15.35,87	$\bar{1}$,229	+22.16.15,7	0,614

Remarques. — Nov. 4, à 7^{h}0^m t. m. — La comète ressemble à une nébuleuse faible (grandeur 13,2), arrondie, de 1′,2 à 1′,5 de diamètre; elle présente une légère condensation granuleuse qui se fond graduellement avec le reste de la nébulosité et qui est assez excentrique par rapport à l'ensemble. Les comparaisons aux étoiles *b* et *c* ont été faites alors que la comète se trouvait près d'une petite étoile 13,0-13,2 qui a pu influencer les mesures. Ciel beau.

Nov. 5. — Même aspect que la veille.

Nov. 6. — Presque aussitôt après le commencement des observations, le ciel est devenu brumeux, de sorte qu'on n'a pu constater avec certitude le mouvement propre de l'objet mesuré.

ASTRONOMIE. — *Occultation des Pléiades, du 23 octobre 1896 (observatoire de Lyon)*. Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« L'état nuageux du ciel n'a permis que l'observation des étoiles les plus brillantes du groupe des Pléiades, et même à travers des éclaircies passagères; néanmoins, les images ont été bonnes. Les observations ont été faites par M. Le Cadet (G. L. C.) à l'équatorial coudé (0^m,32) de Gautier, et par M. Guillaume (J. G.) à l'équatorial (0^m,16) de Brunner; les immersions correspondent au bord brillant.

Étoile.	Grand^r.	Phén^e.	T. sidéral Lyon.	T. moyen Paris.	Angle de position au pôle.	Grossiss^t.	Observ.
			h m s	h m s	°		
19 *e* Taygète..	5,5	Im.	6.34.31,4	16.12.29,6	128		G. L. C.
			33,5	31,7	128	250	J. G.[1]
22 *l* Astérope..	7	Im.	7. 1.11,1	16.39. 4,9	119		G. L. C.
19 *e* Taygète..	5,5	Em.	7.28. 7,0	17. 5.56,4	»		G. L. C.[2]
			6,9	56,2	»	100	J. G.
18 *m* Taureau.	6,2	Em.	7.32.15	17.10. 4	»		G. L. C.[2]
21 *k* Astérope.	6,5	Em.	8. 0.13,5	17.37.57,6	»		G. L. C.[2]
			13,4	57,5	»	100	J. G.
22 *l* Astérope..	7	Em.	8. 1.42,9	17.39.26,8	»		G. L. C.[2]
			43,2	27,1	»	100	J. G.

Remarques : [1] L'étoile est restée un instant en contact avec la Lune avant sa disparition au moment noté. [2] Émersions instantanées.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de* 1896. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, pour l'explication desquels nous renvoyons à la page 482 du présent Volume des *Comptes rendus*.

» On a obtenu 43 observations pendant ce trimestre [1]. Voici les faits principaux qui en résultent :

» *Taches*. — La surface totale des 50 groupes notés est de 3855 millioniėmes, chiffre plus élevé que celui du trimestre précédent (3167 millioniėmes pour 60 groupes), mais cette augmentation en surface est due au grand groupe de septembre, dont nous parlerons plus loin, et dont la surface moyenne réduite était de 1205 millioniėmes, soit une étendue presque égale à la somme des taches de juillet. Le nombre et l'étendue moyenne des taches continuent à diminuer, et cette diminution est toujours plus forte au nord qu'au sud de l'équateur.

» Le grand groupe de septembre mérite une mention spéciale à cause de ses vastes dimensions; son passage au méridien central a, effectivement, duré deux jours. Il ne s'étendait pas sur moins de 25° en longitude, avec une largeur moyenne de 5°, mais, comme l'axe du groupe était incliné d'environ 15° sur l'équateur solaire, les taches extrêmes avaient une différence de latitude de 11° à 12°. Ce groupe n'a pas subi de déplacement bien marqué en latitude, mais il a eu un mouvement propre vers l'ouest d'environ 8° pendant la traversée du disque solaire. Il a atteint, dans ce parcours, une petite tache qui était dans la période de décroissance, et il semble y avoir eu, de la part du grand groupe, une véritable action attractive sur cette petite tache qui, tout en restant à la même latitude (+11°), a subi, à partir du 17, un déplacement total d'environ 1° vers l'est. Ce groupe est le seul qui ait été vu à l'œil nu dans ce trimestre; d'autre part, le Soleil a paru sans taches un jour seulement, le 8 août.

» *Régions d'activité*. — Les facules ont continué à diminuer; on a eu, en effet, 78 groupes avec une surface de 87,7 millièmes, au lieu de

---

[1] Les observations du 7 juillet au 6 août, au nombre de 7, ont été faites par M. Le Cadet.

114 groupes avec 108,9 millièmes. C'est toujours dans l'hémisphère boréal que leur nombre décroît le plus, car on compte 25 groupes en moins au nord (28 au lieu de 53), et 11 en moins au sud (50 au lieu de 60).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet 1896. — 0,00.					
29- 6	6	1,3	—10		80
29- 4	5	1,7	—14		29
30- 4	3	3,6	—22		11
30- 4	4	6,5		+13	31
1- 2	2	7,1		+15	17
6	1	7,6		+12	8
4- 6	2	9,3	—15		24
6-13	3	12,0	—15		32
6-13	3	12,4	— 7		35
9	1	13,4	—17		34
13	1	15,6	—13		72
13-22	3	16,6	—16		55
13	1	18,6		+ 8	13
13-24	4	19,0	—21		320
18-24	3	20,1	—22		177
18-24	3	20,9		+19	115
22-24	2	24,2	—10		226
	10 j.		—15°,2	+13°,4	
Août 1896. — 0,00.					
30	1	1,8	— 9		63
7	1	6,4	— 2		1
7	1	8,3		+ 4	2
10-11	2	10,4	—14		7
10-21	7	15,4	—21		191
13-21	5	17,7	—21		20
13-21	5	19,0		+18	41
21	1	20,1	—11		9
19	1	21,0		+14	2
Août 1896 (suite) — 0,00.					
17-24	3	21,3	—15		18
17-27	7	22,6		+ 2	60
25- 4	8	29,8	—11		188
	16 j.		—13°,0	+ 9°,5	
Septembre 1896. — 0,00.					
31- 1	2	1,2	—12		4
4- 5	2	2,5	— 6		6
31- 1	2	3,3	—19		2
31- 8	7	4,8	—18		75
5	1	5,0		+11	1
9-10	2	6,2	—16		65
7-12	5	8,5	—15		148
5	1	10,0		+ 3	1
8	1	10,6		+ 9	1
5-12	6	11,3	—15		64
15-16	2	12,2		+16	4
7- 8	2	12,3	—23		2
10	1	14,7		+ 2	5
9-18	7	15,5		+11	25
10-21	7	16,8 (15,9; 17,7)		+13 (+10; +18)	1205
12-18	4	18,1		+ 2	9
17-23	4	23,4		+13	42
21-23	2	23,4	—12		19
23	1	24,4		+12	13
21-30	4	25,7	—12		281
30	1	29,9	—19		2
	17 j.		—15°,2	+9°,2	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Juillet	»	»	3	6	3	12	5	1	4	»	»	»	17	1279
Août	»	»	2	4	2	8	4	2	2	»	»	»	12	602
Septembre.	»	»	1	9	1	11	10	4	6	»	»	»	21	1974
Totaux ..	»	»	6	19	6	31	19	7	12	»	»	»	50	3855

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Juillet	1	»	2	9	2	14	9	3	5	1	»	»	23	29,4
Août	»	»	3	11	4	18	10	2	4	4	»	»	28	26,9
Septembre..	»	1	3	10	4	18	9	4	4	1	»	»	27	31,4
Totaux...	1	1	8	30	10	50	28	9	13	6	»	»	78	87,7

GÉOMÉTRIE. — *Sur une Géométrie de l'espace réglé.*
Note de M. **René de Saussure.**

« On peut considérer l'espace réglé comme la représentation de la surface ponctuelle d'une sphère imaginaire de rayon $i = \sqrt{-1}$, en faisant correspondre à chaque droite réelle de l'espace un point de la sphère [1]. La longueur $p + qi$ de l'arc de grand cercle qui joint deux points de la sphère mesure la distance linéaire de ces points et le rapport $\left(\frac{p+qi}{i}\right)$ mesure leur distance angulaire, puisque i est le rayon de la sphère; de même, si P est la plus courte distance de deux droites de l'espace, Q leur angle et I un symbole unité, on dira que $(\mathrm{P} + \mathrm{QI})$ est le *distangle* et $\left(\frac{\mathrm{P}+\mathrm{QI}}{\mathrm{I}}\right)$ le *codistangle* formé par ces droites, et ces quantités complexes seront considérées respectivement comme des mesures linéaires et angulaires de l'intervalle compris entre les deux droites. Au point de vue de l'homogénéité, le symbole I sera l'équivalent d'une longueur. Pour déduire de ces définitions une géométrie réglée, il faut pouvoir soumettre ce symbole aux règles ordinaires du calcul.

» Un codistangle étant de degré nul relativement à l'homogénéité, toute fonction d'un codistangle doit être un nouveau codistangle, de sorte que l'on peut poser

$$\mathrm{F}\left(\frac{x_1 + \mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{y_1 + \mathrm{I}y_2}{\mathrm{I}},$$

et cette relation équivaudra à deux équations entre x_1, x_2, y_1, y_2.

(1) Voir, pour la partie purement géométrique du sujet, un article de l'auteur publié dans l'*American Journal of Mathematics*, vol. XVIII, n° 4.

» Or on a, d'après la formule de Taylor,

$$\mathrm{F}\left(\frac{x_1+\mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right)=\mathrm{F}\left(x_2+\frac{x_1}{\mathrm{I}}\right)=\mathrm{F}(x_2)+\frac{x_1}{\mathrm{I}}\frac{d\mathrm{F}(x_2)}{dx_2}+\ldots.$$

» Les deux premiers termes du développement représentent un codistangle, et, comme les autres termes sont d'une nature essentiellement différente et irréductible, on devra les rejeter; de sorte que l'on a simplement

$$\mathrm{F}\left(\frac{x_1+\mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{x_1\dfrac{d\mathrm{F}(x_2)}{dx_2}+\mathrm{I}\,\mathrm{F}(x_2)}{\mathrm{I}}.$$

» Ainsi on aura, par exemple,

$$\sin\left(\frac{x_1+\mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{x_1\cos x_2+\mathrm{I}\sin x_2}{\mathrm{I}},$$

$$\cos\left(\frac{x_1+\mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{-x_1\sin x_2+\mathrm{I}\cos x_2}{\mathrm{I}},$$

$$\mathrm{tang}\left(\frac{x_1+\mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{\dfrac{x_1}{\cos^2 x_2}+\mathrm{I}\,\mathrm{tang}\,x_2}{\mathrm{I}},$$

et pour les règles élémentaires d'opérations

$$\left(\frac{a_1+\mathrm{I}a_2}{\mathrm{I}}\right)+\left(\frac{b_1+\mathrm{I}b_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{(a_1+b_1)+\mathrm{I}(a_2+b_2)}{\mathrm{I}},$$

$$\left(\frac{a_1+\mathrm{I}a_2}{\mathrm{I}}\right)\left(\frac{b_1+\mathrm{I}b_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{(a_1b_2+a_2b_1)+\mathrm{I}(a_2b_2)}{\mathrm{I}},$$

$$\left(\frac{a_1+\mathrm{I}a_2}{\mathrm{I}}\right)^2=\frac{2a_1a_2+\mathrm{I}a_2^2}{\mathrm{I}},$$

$$\frac{a_1+\mathrm{I}a_2}{b_1+\mathrm{I}b_2}=\frac{\left(\dfrac{a_1b_2-a_2b_1}{b_2^2}\right)+\mathrm{I}\left(\dfrac{a_2}{b_2}\right)}{\mathrm{I}},$$

$$d\left(\frac{u_1+\mathrm{I}u_2}{\mathrm{I}}\right)=\frac{du_1+\mathrm{I}du_2}{\mathrm{I}}.$$

» Ceci posé, si a, b, ... désignent des codistangles, on pourra appliquer à ces quantités toutes les formules ordinaires d'analyse, telles que

$$d(ab)=a\,db+b\,da,$$

$$\sin^2 a+\cos^2 a=1,$$

$$\sin a=a-\frac{a^3}{3!}+\frac{a^5}{5!}-\ldots,$$

et ainsi de suite. Dès lors, toute formule relative à une figure quelconque

tracée sur une sphère restera valable pour la figure correspondante dans l'espace réglé. Soient, par exemple, deux triangles sphériques a, b, c et x, y, z polaires l'un de l'autre; la figure correspondante dans l'espace sera formée de trois droites quelconques A, B, C et de leurs trois perpendiculaires communes X, Y, Z. Supposons, pour plus de simplicité, que le triangle abc soit rectangle en a, c'est-à-dire que le côté yz du triangle polaire soit égal à $\left(\frac{\pi}{2}\right)$; la figure ABC sera alors telle que les trois droites Y, A et Z forment un trièdre trirectangle, car dans ce cas on a bien

$$\text{codistangle}\,(XY) = \frac{0 + \frac{\pi}{2}\mathrm{I}}{\mathrm{I}} = \frac{\pi}{2}.$$

» On peut donc appliquer à cette figure toutes les formules relatives aux triangles sphériques rectangles, par exemple,

$$\cos(BC) = \cos(CA)\cos(AB),$$

formule que l'on peut écrire

$$\cos\left(\frac{a_1 + \mathrm{I}a_2}{\mathrm{I}}\right) = \cos\left(\frac{b_1 + \mathrm{I}b_2}{\mathrm{I}}\right)\cos\left(\frac{c_1 + \mathrm{I}c_2}{\mathrm{I}}\right).$$

» Cette équation équivaut, comme l'on sait, à deux relations entre les quantités a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, relations que l'on trouve facilement en ramenant chaque membre de l'équation à la forme $\left(\frac{P + Q\mathrm{I}}{\mathrm{I}}\right)$. On obtient ainsi

$$\begin{cases} \cos a_2 = \cos b_2 \cos c_2, \\ a_1 \sin a_2 = b_1 \sin b_2 \cos c_2 + c_1 \sin c_2 \cos b_2. \end{cases}$$

» Dans le cas où les droites A, B, C sont infiniment voisines l'une de l'autre, la formule précédente devient

$$\overline{d(BC)}^2 = \overline{d(CA)}^2 + \overline{d(AB)}^2.$$

C'est le théorème de Pythagore pour l'espace réglé, théorème qui équivaut aux deux relations

$$\begin{cases} da_2^2 = db_2^2 + dc_2^2, \\ da_1\,da_2 = db_1\,db_2 + dc_1\,dc_2. \end{cases}$$

On a aussi, dans ce cas,

$$\sin\left(\frac{\gamma_1 + \mathrm{I}\gamma_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{db_1 + \mathrm{I}db_2}{da_1 + \mathrm{I}da_2},$$
$$\cos\left(\frac{\gamma_1 + \mathrm{I}\gamma_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{dc_1 + \mathrm{I}dc_2}{da_1 + \mathrm{I}da_2},$$
$$\mathrm{tang}\left(\frac{\gamma_1 + \mathrm{I}\gamma_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{db_1 + \mathrm{I}db_2}{dc_1 + \mathrm{I}dc_2},$$

de sorte que l'on peut définir géométriquement les fonctions trigonométriques d'un codistangle comme les fonctions trigonométriques ordinaires. La théorie des surfaces réglées et des congruences de droites sera aussi identique à celle des courbes sphériques. De même, l'étude du mouvement des corps solides sera ramenée à celle du mouvement d'une figure invariable sur une sphère, en considérant le corps solide comme formé de droites au lieu de points. »

ARITHMÉTIQUE. — *Formes linéaires des diviseurs de $x^2 \pm A$ (suite).* Note du P. **Pépin** (¹).

« 5. *Caractères quadratiques des nombres 5 et —5.* — Les nombres impairs premiers avec 5 sont renfermés dans la formule

$$20k + (1, 3, 7, 9, 11, 13, 17, 19).$$

» Ceux de ces nombres dont 5 est résidu quadratique sont diviseurs de $x^2 - 5$; ils sont représentés (II) par la forme réduite $p^2 - 5q^2$. Or, en réduisant cette forme suivant le module 20, on trouve, pour les nombres impairs,

$$p^2 - 5q^2 = 20k + (1, 9, 11, 19).$$

» Il résulte de là que les nombres premiers dont 5 est résidu quadratique sont tous renfermés dans la formule $20k + (1, 9, 11, 19)$. On ne peut pas supposer la réciproque sans la démontrer. C'est à quoi l'on parvient pour les deux formes $20k + (11, 19)$ en remarquant que l'un des deux nombres ± 5 est nécessairement résidu quadratique de tout nombre premier $4x + 3$, et l'autre, non résidu.

» Soit donc $c = 20k + (11, 19)$ un nombre premier. Si 5 n'était pas résidu quadratique de c, -5 le serait, et c serait diviseur de $x^2 + 5$. Or, les formes quadratiques du déterminant -5 sont équivalentes respectivement

(¹) *Voir* p. 683 de ce Volume.

aux deux formes réduites (1, 0, 5), (2, 1, 3), et, en réduisant ces deux formes suivant le module 20, on trouve, pour les nombres impairs,

$$p^2+5q^2=20k+(1,9), \qquad 2p^2+2pq+3q^2=20k+(3,7).$$

» Donc, les nombres premiers, diviseurs de x^2+5, sont tous renfermés dans la formule $20k+(1,3,7,9)$. En joignant cette conclusion à la précédente et observant que les deux formes $20k+(13,17)$ ne figurent ni parmi les diviseurs de p^2-5q^2, ni parmi ceux de p^2+5q^2, nous constatons que :

» 1° 5 et -5 sont non-résidus quadratiques des nombres premiers $20k+(13,17)$;

» 2° 5 est résidu et -5 non-résidu des nombres premiers $20k+(11,19)$;

» 3° 5 est non-résidu et -5 résidu des nombres premiers $20k+(3,7)$.

» Il reste les deux formes $20k+(1,9)$ pour lesquelles il faut démontrer qu'elles ne renferment aucun nombre premier dont 5 soit non-résidu quadratique.

» 6. Pour la forme $20k+1$, on remarque que le polynome $x^{20k}-1$ est algébriquement divisible par $(x^5-1):(x-1)=x^4+x^3+x^2+x+1$. Si donc $20k+1$ est un nombre premier c, on aura la congruence

$$x^{c-1}-1=\mathrm{X}(x^4+x^3+x^2+x+1)\equiv 0 \qquad (\text{mod. } c),$$

dans laquelle X désigne un polynome en x du degré $20k-4$, et, en appliquant le théorème III à cette formule, on conclut que la congruence

$$4(x^4+x^3+x^2+x+1)=(2x^2+x+2)^2-5x^2$$

admet quatre racines non équivalentes suivant le module c. Le nombre 5 est donc résidu quadratique de tout nombre premier de la forme $20k+1$.

» Pour la forme $20k+9$, il faut recourir aux entiers complexes. Nous établirons pour cela un théorème applicable à tout nombre premier impair.

» 7. Soit n un nombre premier impair et $c=2ln-1$ un autre nombre premier. Désignons par p, q, a trois nombres entiers, premiers avec c, dont le troisième, a, résidu quadratique de c, vérifie la congruence

$$a^{\frac{c-1}{2}}\equiv -1 \,(\text{mod}\, c).$$

» On aura par la formule du binome, en ayant égard au théorème de Fermat,

$$\begin{aligned}(p+q\sqrt{a})^c &= p^c+q^c a^{\frac{c-1}{2}}\sqrt{a}+c\mathrm{F}(p,q\sqrt{a})\\ &= p-q\sqrt{a}+c\mathrm{F}_1(p,q\sqrt{a}),\end{aligned}$$

F et F_1 désignant deux fonctions entières de p et de $q\sqrt{a}$, dont tous les coefficients sont des nombres entiers. Multipliant par $p+q\sqrt{a}$, on obtient

$$(p+q\sqrt{a})^{2ln} = (p^2-q^2a)+cf(p,q\sqrt{a}),$$
$$\frac{(p+q\sqrt{a})^{2ln}-(p-q\sqrt{a})^{2ln}}{2q\sqrt{a}} = c\,\frac{f(p,q\sqrt{a})-f(p,-q\sqrt{a})}{2q\sqrt{a}}.$$

» Le premier membre étant un nombre entier, il en est de même du second, et, comme c et q sont premiers entre eux, le second membre est un multiple de c; on a

$$(1)\qquad \frac{(p+q\sqrt{a})^{2ln}-(p-q\sqrt{a})^{2ln}}{2q\sqrt{a}} \equiv 0 \pmod{c}.$$

» Or on trouve, par la formule du binome,

$$(2)\qquad (p+q\sqrt{a})^{2l} = \mathrm{P}+\mathrm{Q}q\sqrt{a}, \qquad (p+q\sqrt{a})^{2l} = \mathrm{P}-\mathrm{Q}q\sqrt{a},$$

P et Q désignant des fonctions entières de p, q, a dont tous les coefficients sont des nombres entiers. On a, par conséquent,

$$(3)\qquad \frac{(p+q\sqrt{a})^{2ln}-(p-q\sqrt{a})^{2ln}}{2q\sqrt{a}} = \frac{(\mathrm{P}+\mathrm{Q}q\sqrt{a})^{n}-(\mathrm{P}-\mathrm{Q}q\sqrt{a})^{n}}{2q\sqrt{a}} \equiv 0 \pmod{c}.$$

» 8. Dans le cas actuel $n=5$, $l=4k+2$, $c=20k+9$

$$(4)\qquad \frac{(\mathrm{P}+\mathrm{Q}q\sqrt{a})^{5}-(\mathrm{P}-\mathrm{Q}q\sqrt{a})^{5}}{2q\sqrt{a}} = \mathrm{Q}(5\mathrm{P}^4+10\mathrm{P}^2\mathrm{Q}^2q^2a+\mathrm{Q}^4q^4a^2) \equiv 0 \pmod{c}.$$

» Le terme du degré le plus élevé en p dans le polynome Q est $2lp^{2l-1}$.

» Si donc nous supposons q déterminé et p indéterminé, la congruence $\mathrm{Q}\equiv 0 \pmod{c}$ ne peut avoir que $2l-1$ racines incongruentes suivant le module c. On peut, par conséquent, donner à p, et cela de plusieurs manières, une valeur telle que Q soit premier avec c. Dans ce cas, on déduit de la formule (4)

$$5\mathrm{P}^4+10\mathrm{P}^2\mathrm{Q}^2q^2a+\mathrm{Q}^4q^4a^2 = (\mathrm{Q}^2q^2a+5\mathrm{P}^2)^2-5(2\mathrm{P}^2)^2 \equiv 0 \pmod{c}.$$

» Ainsi 5 est résidu quadratique de tout nombre premier $20k+9$. Il résulte de là et du n° 6 que les deux formes $20k+(1,9)$ ne renferment aucun nombre premier dont 5 soit non-résidu quadratique. Par conséquent, 5 est résidu quadratique de tous les nombres premiers renfermés dans les formules $10k+(1,9)$. En exprimant que le nombre premier c est premier

avec 3, on trouve que 5 est résidu quadratique de tous les nombres premiers renfermés dans la formule

$$c = 30t + (1, 11, 19, 29);$$

par conséquent, 5 ne peut être racine primitive d'aucun de ces nombres premiers. C'est la troisième induction de M. l'Amiral de Jonquières.

» 9. La méthode suivie dans cette Note a été exposée par Euler dans son Mémoire *De insigni promotione scientiæ numerorum*, publié dans les *Opuscules analytiques* (t. II, p. 275). Elle est fondée sur la théorie des formes réduites due à Lagrange. La solution d'Euler laisse un point obscur, signalé par Gauss en l'article 51 des *Disquisitiones;* elle suppose un théorème dont la démonstration générale ne pourrait pas se faire sans le secours de la loi de réciprocité de Legendre. Mais, pour des nombres particuliers, tels que 2, 3, 5, ..., on peut y suppléer ainsi que nous l'avons fait. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la résistance des ponts sous le passage de convois périodiques, notamment de ceux qui ont été prévus par le règlement du* 29 *août* 1891. Note de M. **Marcelin Duplaix**, présentée par M. Maurice Lévy.

« *Définitions*. — Un *convoi périodique* est constitué par une série de convois partiels identiques et disposés les uns à la suite des autres à des intervalles égaux. Le convoi partiel, dont la répétition produit le convoi périodique, s'appelle *convoi générateur*. Le *poids spécifique* Π du convoi périodique est la somme des intensités des charges qui composent son convoi générateur. La *période* λ est la distance qui sépare deux charges identiques dans deux positions consécutives du convoi générateur.

» La constitution particulière des convois périodiques a pour conséquence de faciliter le calcul des moments maxima et des flèches qu'ils développent dans les poutres droites à une travée. A cet égard, les travées multiples de la période jouissent de propriétés extrêmement simples.

TRAVÉES DONT LA PORTÉE EST UN MULTIPLE DE LA PÉRIODE.

» Théorème I. — *Lorsqu'une poutre a une portée égale à un multiple de la période d'un convoi périodique illimité, la valeur du moment de flexion, dans*

les sections correspondant aux points de division de la travée en périodes, est indépendante de la position du convoi.

» La portée de la poutre étant $n\lambda$, le moment M relatif à une section d'abscisse $m\lambda$ a pour expression

$$M = \frac{1}{2} m(n-m)\Pi\lambda;$$

on voit qu'il est encore indépendant du mode de répartition des charges dans le convoi générateur.

» Théorème II. — *Lorsqu'une poutre a une portée égale à un multiple de la période d'un convoi périodique illimité, le moment de flexion, dans les sections correspondant aux points de division de la travée en périodes, est équivalent à celui que produirait dans les mêmes sections :*

» 1° *Soit une charge fixe uniformément répartie et ayant, par mètre linéaire, une intensité égale au quotient du poids spécifique* Π *par la période* λ;

2° *Soit un système de charges fixes et isolées, toutes égales au poids spécifique* Π *et appliquées aux points de division de la travée en période.*

» Théorème III. — *Dans une section quelconque d'une poutre dont la portée est égale à un multiple de la période d'un convoi périodique illimité, le moment de flexion* M *est, à toute époque, égal à la somme :*

» 1° *Du moment* $\mathfrak{M}$ *qui serait produit dans cette section par un système de charges fixes, toutes égales au poids spécifique* Π *du convoi, et appliquées aux points de division de la travée en périodes;*

» 2° *Et du moment* μ *qui serait développé dans la même section, si l'on considérait la petite travée obtenue en détachant de la poutre la période qui renferme la section*

$$M = \mathfrak{M} + \mu.$$

» Il résulte de ce dernier théorème que le moment M atteint son maximum en même temps que le petit moment μ, et que la connaissance des moments maxima dans une poutre de portée λ suffit à déterminer les moments maxima dans toute la série des poutres de portée $n\lambda$.

» *Flèches.* — L'expression de la flèche, au milieu de la portée $n\lambda$ d'une poutre d'élasticité et de section constante, est :

» 1° Dans le cas où n est pair

$$f' = \frac{\Pi\lambda}{384\,EI} n^2 [(5n^2+2)\lambda^2 - 24r^2];$$

» 2° Dans le cas où n est impair,

$$f'' = \frac{\Pi\lambda}{384\,EI}(n^2-1)[(5n^2+7)\lambda^2 - 24r^2] + \varphi,$$

Πr^2 étant le moment d'inertie des charges contenues dans une période, par rapport à l'axe médian de cette période; φ est la petite flèche relative à la travée de portée λ.

TRAVÉES DONT LA PORTÉE N'EST PAS UN MULTIPLE DE LA PÉRIODE.

» *Moments de flexion.* — La portée de la poutre étant l, l'expression du moment de flexion dans une section d'abscisse x prend la forme

$$M = \frac{\Pi}{2\lambda} x(l-x) + \frac{l-x}{l} \Delta \frac{\lambda}{2} + \frac{x}{l} \Delta' \frac{\lambda}{2}.$$

Δ est une charge auxiliaire qui dépend du reste de la division de x par λ; Δ' est une autre charge dépendant du reste de la division de $l - x$ par λ.

» Le *terme principal* du moment, $\frac{\Pi}{2\lambda} x(l-x)$, représente le moment développé dans la section considérée par une surcharge uniformément répartie et égale à $\frac{\Pi}{\lambda}$.

» La somme des deux *termes complémentaires*, $\frac{l-x}{l} \Delta \frac{\lambda}{2} + \frac{x}{l} \Delta' \frac{\lambda}{2}$, est égale au moment qui serait produit dans la même section par les charges fictives Δ et Δ' appliquées à des distances $\frac{\lambda}{2}$ des appuis.

» *Flèches.* — La flèche au milieu d'une poutre de portée quelconque, d'élasticité et de section constantes, s'exprime en fonction des moments des divers ordres des seules charges qui peuvent être contenues dans une période.

» *Applications.* — Le Mémoire renferme les applications de la théorie précédente aux convois imposés par le Règlement du 29 août 1891 pour l'étude des ponts-routes, et qui comprennent : une file de tombereaux de 6 tonnes, à un essieu et traînés par deux chevaux; une file de chariots de 16 tonnes, à deux essieux et traînés par huit chevaux. Les efforts développés par le convoi de tombereaux ont été comparés à ceux correspondant à une surcharge uniformément répartie de 400^{kg} par mètre carré, et dont l'étude est également imposée; on a pu délimiter les régions où l'influence de l'une ou de l'autre surcharge était prédominante.

» Les surcharges types ne peuvent presque jamais être réalisées exactement au moment des épreuves, et l'on fait en sorte de conserver à $\frac{\Pi}{\lambda}$ sa valeur réglementaire. En étudiant les effets d'une modification des quan-

tités Π et λ, sans altérer $\frac{\Pi}{\lambda}$, on trouve que, pour donner à la poutre une égale capacité de résistance à tous les convois caractérisés par la constance du quotient $\frac{\Pi}{\lambda}$, il faut prévoir un excès de matière dans les sections définies par les portées $l = n\lambda$ et par les abscisses $x = m\lambda$. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de quelques gaz à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de déterminer les volumes moléculaires d'un certain nombre de gaz par rapport à l'un d'eux, l'oxygène par exemple, à 0° et à des pressions *correspondantes*. J'ai choisi pour chaque gaz $\frac{1}{76}$ de la pression critique, c'est-à-dire autant de centimètres de mercure qu'il y a d'atmosphères dans celle-ci : les pressions correspondantes sont ainsi comprises entre 35^{cm} et 113^{cm} et, le plus souvent, voisines de la pression atmosphérique.

» Connaissant les poids moléculaires et les densités *normales* de ces gaz, il restait à déterminer leur compressibilité entre 76^{cm} et la pression ci-dessus assignée.

» Pour les gaz dont la densité est grande, comme les anhydrides sulfureux et carbonique et le protoxyde d'azote, j'ai employé avec avantage la *méthode des densités*, de Regnault ([1]). Mais il est préférable, en général, de répéter l'expérience de Mariotte, en y apportant tous les soins et perfectionnements qui nous sont familiers.

» J'ai utilisé à cet effet, en guise de tube de Mariotte, un manomètre identique à celui dont Regnault se servait pour étudier la dilatation des gaz à pression constante. Mon appareil présente, toutefois, cette particularité qu'un troisième tube, situé en dehors de la cuve vitrée, peut à volonté communiquer avec les deux autres ou en être isolé. Ce tube, que l'on maintient plein de mercure, permet d'introduire ce liquide dans l'appareil doucement et sans bulles d'air.

» La branche graduée du manomètre a un diamètre intérieur de $15^{mm},4$ en moyenne; mais sa section varie de $1^{cq},865$ à $1^{cq},792$ à 0°, en passant

([1]) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 219.

par $1^{cq},777$ (minimum) et $1^{cq},797$ (maximum). Le calibrage en a été effectué par des pesées de mercure.

» Je crois utile d'insister à ce propos sur un point particulier. La flèche pouvant varier de $0^{mm},8$ à $1^{mm},7$, suivant que le mercure s'arrête en montant ou en descendant, et ne pouvant être maintenue constante, au moyen de secousses, qu'à $0^{mm},2$ ou $0^{mm},3$ près, il importe de préciser le niveau du mercure autrement que par la position de la base ou du sommet du ménisque.

» Or, d'une part, j'ai constaté que si l'on fait varier la flèche du ménisque entre $0^{mm},90$ et $1^{mm},65$, en laissant constante la quantité de mercure contenue dans le tube, les déplacements du sommet et de la base sont *proportionnels* aux nombres 25 et 73, ou sensiblement 1 et 3.

» D'autre part, le volume du ménisque de $0^{mm},90$ de flèche est sensiblement égal à celui du cylindre de $0^{mm},50$ de hauteur. On obtient donc le niveau moyen, tel qu'on l'eût observé en l'absence du phénomène capillaire, en retranchant de la lecture faite au sommet du ménisque $0^{mm},17 + \frac{1}{4}$ de la flèche.

» Cela posé, on introduit le gaz à étudier, pur et sec, dans cette branche graduée, de manière à la remplir à une température voisine de $0°$ et à une pression voisine de 76^{cm} de mercure. Puis on isole le gaz en fermant le robinet supérieur, et on le comprime en laissant passer du mercure de la troisième branche dans la deuxième.

» Le bain où plonge l'appareil est formé d'un mélange d'eau et de glace râpée que l'on agite au moyen d'un courant d'air très vif partant du fond de la cuve. La température en est connue au moyen d'un thermomètre divisé en dixièmes de degré et observé à la lunette. Elle est restée comprise dans une expérience entre $0°,03$ et $0°,05$, dans une autre entre $0°,05$ et $0°,11$, etc.

» La lecture des niveaux du mercure dans le manomètre est rendue précise par l'emploi d'écrans à bandes noires et blanches que l'on déplace derrière les tubes, et vivement éclairés par une lampe à incandescence.

» *Résultats.* — Représentons, à l'exemple de Regnault, l'écart de la loi de Mariotte par $\varepsilon = \frac{P_0 V_0}{PV} - 1$, les volumes V et V_0 étant ramenés à $0°$ par la formule dite *du binome*.

» Les variations de pression demeurent assez faibles pour que l'on puisse représenter ε par $A(P - P_0)$. Nous compterons les pressions en centimètres et prendrons $P_0 = 76$.

» Les résultats ont été les suivants :

» 1. *Anhydride carbonique.* — J'ai trouvé pour le coefficient A la valeur 102.10^{-6}, et l'erreur sur ce résultat ne me paraît pouvoir atteindre qu'un très petit nombre d'unités sur le dernier chiffre (millionièmes). Il est vrai que, d'après Regnault, A serait égal à 92.10^{-6} seulement entre 76^{cm} et $37^{cm},4$, et à 96.10^{-6} entre $37^{cm},4$ et $22^{cm},4$. Mais ce seul fait que le deuxième nombre, qui aurait dû être le plus petit, se trouve en réalité plus grand que le premier montre suffisamment que ces déterminations de Regnault sont entachées d'erreur.

» 2. *Protoxyde d'azote.* — A est voisin de 11.10^{-5}; mais le trop petit nombre des expériences ne me permet pas de préciser le chiffre des millionièmes.

» 3. *Acide chlorhydrique.* — Toujours à 0° et entre 76^{cm} et 120^{cm} de pression, $A = 120.10^{-6}$. A 15°, ce coefficient s'abaisse à 107.10^{-6} entre les mêmes limites de pression.

» 4. *Gaz ammoniac.* — A 0°, entre 76^{cm} et 130^{cm}, $A = 243.10^{-6}$. A la température de 14°, ce coefficient s'abaisse à 190.10^{-6}. Il est à remarquer que la variation relative de A avec la température est ici plus de deux fois plus rapide qu'avec le gaz précédent. Cette propriété est évidemment en rapport avec la position du point critique, qui est ici notablement plus élevé.

» 5. *Anhydride sulfureux.* — Ainsi que je l'ai indiqué antérieurement [1], $A = 323.10^{-6}$ à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique.

» La considération des données critiques nous permettra de calculer, avec une approximation très satisfaisante, les valeurs de A pour les gaz qui n'ont pas été soumis à l'expérience.

» *Coefficients de dilatation.* — J'ai profité de l'occasion qui s'offrait de déterminer les coefficients de dilatation dans certaines conditions. Je rapporterai seulement ici celui du gaz ammoniac entre 0° et 14° :

1° Sous la pression constante de 115^{cm}............	0,00404
2° » 76^{cm}............	0,00389

» Il y a intérêt à rapprocher ces nombres du coefficient déjà trouvé pour l'anhydride sulfureux entre 0° et 20° au voisinage de la pression normale : 0,00396. »

PHYSIQUE. — *Méthode d'enregistrement photographique pour étudier la dilatation des liquides.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode qui fait l'objet de cette Communication a pour but d'enregistrer photographiquement, c'est-à-dire avec élimination de toute

---

[1] *Loc. cit.*

erreur personnelle, la dilatation des liquides en général et de l'eau en particulier, en chargeant le phénomène lui-même de sa propre représentation, sous forme d'une courbe ayant les températures pour abscisses et les volumes du liquide pour ordonnées.

» Les dilatomètres employés sont deux thermomètres à poids; l'un contient du mercure : il est destiné à faire connaître la température à chaque instant; l'autre est rempli du liquide à étudier.

» Ces thermomètres déversent la portion de liquide qui représente leur dilatation respective dans deux coupelles équilibrées, à zéro, sur les plateaux de deux balances d'égale sensibilité et dont les fléaux oscillent dans deux plans perpendiculaires. Ces fléaux sont solidaires de deux miroirs, lesquels réfléchissent deux fois un rayon lumineux qui vient donner, sur une surface photographiquement sensible, une impression continue, par suite du double mouvement des balances. Cette composition optique des deux mouvements rectangulaires est analogue aux courbes de Lissajous en Acoustique. On aura, en développant la couche sensible, la courbe représentative de la dilatation du liquide.

» En effet, les surcharges, sur chaque balance, sont proportionnelles aux dilatations, et les balances s'inclinent d'un angle dont la *tangente* est proportionnelle à cette surcharge; or la méthode du miroir donne précisément la *tangente* de cet angle. On voit ainsi que l'enregistrement donne la courbe des dilatations ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur quelques cas anormaux de solubilité*. Note de M. **Le Chatelier**, présentée par M. Ad. Carnot.

« Dans une étude antérieure ([2]), j'ai montré que les courbes normales de solubilité ou fusibilité se réduisent à trois types parfaitement caractérisés :

» 1° Les corps qui, pendant la solidification, cristallisent séparément; leur courbe complète comprend deux branches s'abaissant à partir du point de fusion de chaque corps isolé et se rencontrant à angle vif. C'est le cas, par exemple, des mélanges de Na Cl et Na O, CO^2;

» 2° Les corps qui forment entre eux des combinaisons définies; leur

---

([1]) Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 350, 415, 638, 709, 800; 1894.

courbe comprend autant de branches distinctes qu'il y a de corps isolés et de combinaisons de ces corps. C'est le cas par exemple des mélanges de $LiO.CO^2 + NaO.CO^2$;

» 3° Les corps qui forment entre eux des mélanges isomorphes cristallisant ensemble en toute proportion. Leur courbe comporte une seule branche continue réunissant les points de fusion des corps isolés. C'est le cas, par exemple, des mélanges de $KO.CO^2$ et $NaO.CO^2$.

» En poursuivant ces recherches, j'ai rencontré un groupe de sels qui ne rentre dans aucun des cas précédents : c'est celui des mélanges de sulfates alcalins avec les sulfates alcalino-terreux et les sulfates métalliques.

» En ajoutant au sulfate de soude des quantités croissantes de sulfate de chaux par exemple, le point de fusion du mélange s'élève d'abord, ce qui est en contradiction avec la loi générale d'abaissement des points de congélation et ferait penser à un mélange isomorphe. Mais cette élévation atteint bientôt un maximum pour le mélange formé d'une molécule de sulfate de soude et une demi-molécule de sulfate de chaux ; au delà le point de fusion commence à s'abaisser et la courbe reprend une des formes normales précédemment décrites. Avec le sulfate de magnésie les premières proportions de ce sel ne produisent pas d'abaissement notable du point de fusion, mais cette anomalie cesse bientôt et, à partir d'une addition de un dixième de molécule de ce sel, la courbe reprend une allure normale. Les sulfates de baryte de plomb, de cadmium sont intermédiaires entre les deux précédents.

» Je donne dans les Tableaux ci-dessous les résultats numériques relatifs aux sulfates de chaux et de magnésie. L'échelle des températures a été établie en attribuant 875° au point de fusion du sulfate de soude et 445° au point d'ébullition du soufre :

$NaO.SO^3 + CaO.SO^5$.

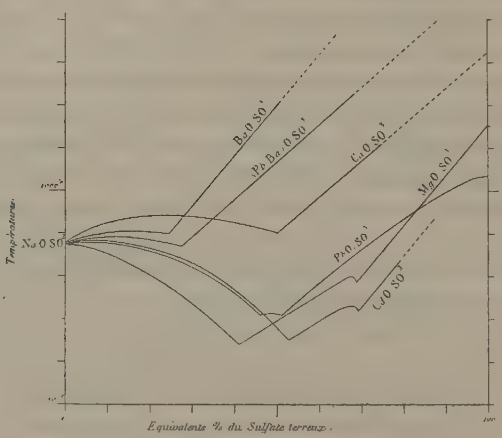
Concentration........	0	1	3	5	7,5	10	20	30	40	46	51	54	57	67	75	100
Température.........	875	884	900	912	923	930	941	938	923	912	905	925	950	1040	1130	(1350)

$NaO.SO^3 + MgO.SO^3$.

Concentration........	0	5	15	30	35	42	48	50	55	67	70	75	80	100
Température.........	875	870	830	740	690	655	675	700	730	800	795	870	925	1170

» Le Tableau graphique ci-dessous résume les résultats de mes expériences sur une série de mélanges semblables.

» Les anomalies de ces courbes de fusibilité conduiraient à penser que le sulfate de soude est isomorphe, c'est-à-dire cristallise en proportions variables, avec un certain nombre des sels doubles qu'il forme. Un fait semblable a déjà été signalé par M. Bakhuis Roozeboom pour le chlorure d'ammonium qui est isomorphe de son sel double formé avec le chlorure ferrique.



» En tout cas, l'existence de mélanges cristallisés à proportions variables du sulfate de soude avec les autres sulfates métalliques est bien certaine dans les exemples rapportés ici. On est averti de ce mode particulier de cristallisation, lorsqu'on suit la solidification de ces mélanges, par le caractère suivant. Contrairement à ce qui arrive en général dans les cas semblables, la masse liquide, au moment du commencement de la solidification du dépôt des premiers cristaux, ne devient pas brusquement opaque. Elle reste transparente, même après la solidification complète, comme le ferait un verre. Ce caractère suffit pour montrer que les cristaux formés sont tous de même nature et sont sensiblement isotropes. Pendant la suite du refroidissement, cette transparence disparaît généralement par suite des changements d'états, comme en éprouvent presque tous les corps par les changements de température. Cependant, les mélanges avec le sulfate de chaux conservent leur transparence jusqu'à la température ordinaire, ce qui permet de les examiner au microscope polarisant. On reconnaît que le sulfate de soude pur et tous les mélanges dont la concentration en sulfate de chaux (nombre de molécules du sel dans 100 molécules de

mélange) ne dépasse pas 33 pour 100, sont constitués par de grands cristaux, tous identiques entre eux, et possédant une double réfraction très faible, d'autant plus faible que la proportion de sulfate de chaux est plus forte. Il en est de même pour les mélanges de sulfate de soude et de sulfate de plomb aux concentrations inférieures à 10 pour 100, les seules qu'il ait été possible d'étudier à froid.

» A partir d'une certaine concentration, variable d'un sel à l'autre, les courbes reprennent une allure normale. On voit pour le sulfate de plomb une petite branche de courbe correspondant au sulfate double

$$PbO.SO^3 + NaO.SO^3.$$

» Pour les sulfates de magnésium et de cadmium, deux branches semblables très accentuées correspondant aux sulfates doubles

$$2(MgO.SO^3) + NaO.SO^3 \quad \text{et} \quad 2(CdO.SO^3) + NaO.SO^3.$$

» Enfin la dernière branche montante correspond à la cristallisation du sulfate métallique; dans ce cas on isole facilement des culots solidifiés, par simple lavage à l'eau, des cristaux très nets de sulfate de chaux, sulfate de baryte, sulfate de plomb, sulfate mêlé de plomb et baryte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique.* Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. Schützenberger.

« L'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique a été étudiée par M. Bürcker (*Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 901). Comme cet auteur opérait en présence du benzène, il se forme un produit de condensation

$$\begin{array}{ccc} & C^6H^5 & \\ & | & \\ & C - OH & \\ H^2C \diagup & & \diagdown CO \\ CH^2 | & & | CH^2 \\ & \diagdown CH \diagup & \\ & | & \\ & C^3H^7 & \end{array}$$

avec départ d'oxyde de carbone.

» Pensant que cette réaction n'était qu'un cas particulier d'un autre plus général, nous avons fait agir le chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique en présence d'un dissolvant inerte.

» Si l'on suppose que la réaction se passe d'une manière analogue en l'absence du benzène, il doit nécessairement rester

```
      C(OH)
CH ⁄⁄  \ CO
   |    |
   |    |
    \  /
```

» C'est ce composé que nous avons cherché à obtenir et dont nous avons entrepris l'étude.

» Pour cela, on fait agir le chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique dissous dans le chloroforme. On traite par l'eau, puis par la potasse et l'on précipite la combinaison par l'acide chlorhydrique ; finalement, on fait cristalliser dans l'alcool étendu.

» Le corps obtenu ainsi est un solide blanc, cristallisé ; il fond à 132°-133° et bout à 247°-249° à la pression normale. Très soluble dans tous les solvants organiques. C'est un acide assez énergique ; il déplace l'acide carbonique, mais il est insensible à l'orangé III.

» Sa formule est $C^9H^{14}O^2$, ainsi que le prouve l'analyse.

» On peut aisément se rendre compte de la formation du composé $C^9H^{14}O^2$ de la manière suivante :

```
   /CO                         Cl    OAl²Cl⁵
  O |                            \  /
   \C                              C                          C — OAl²Cl⁵
H²C/  \CO                     CH²/  \CO                   CH ⁄⁄  \CO
   |   |  + Al²Cl⁶ = CO +        |   |      = ClH +          |    |
   |   |                         |   |                       |    |
    \ /                           \ /                         \  /
```

» Ce dernier composé, traité par l'eau, donnant finalement l'acide en question, $C^9H^{14}O^2$.

» L'acide $C^9H^{14}O^2$ donne des sels bien caractérisés ; ceux de sodium, potassium, calcium, baryum sont solubles dans l'eau ; ceux de plomb, zinc, cuivre, cobalt sont des précipités très solubles dans l'éther.

» *Éthers.* — On les obtient aisément par la méthode de Meyer.

» *Éther méthylique* $C^9H^{13}O, OCH^3$. — Liquide mobile bouillant à 203°-204° ($H = 760$).

Analyse.

	Trouvé.	Calculé par $C^9H^{13}O, O^2CH^3$.
C.........	71,07	71,40
H.........	9,6	9,52

» *Éther éthylique.* — Liquide bouillant à 214°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé par $C^9H^{13}O, OC^2H^5$.
C.........	72,8	72,53
H.........	9,74	9,89

» *Éther propylique normal.* — Liquide bouillant à 233°-235°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé par $C^9H^{13}O, OC^3H^7$.
C.........	73,5	73,4
H.........	10,6	10,2

» *Éther isobutylique.* — Liquide bouillant à 241-243° :

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{13}O.OC^4H^9$.
C...............	73,7	74,2
H...............	10,5	10,47

» Les éthers de l'acide $C^9H^{14}O^2$ sont très aisément saponifiés par la potasse alcoolique et l'acide sulfurique concentré.

» *Chlorure d'acide* $C^{19}H^{13}OCl$. — On l'obtient en traitant l'acide par le pentachlorure de phosphore; on fractionne ensuite dans le vide. Liquide mobile bouillant à 100-102° ($H = 40^{mm}$) et à 212-214° ($H = 760$) en se décomposant.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{13}OCl$.
Cl...............	20,8	20,5

» Il possède toutes les propriétés des chlorures d'acides en général.

» Traité par le gaz ammoniac, l'aniline, la phénylhydrazine, en solution éthérée, il donne respectivement l'amide, l'anilide et l'hydrazide.

» *Amide* $C^9H^{13}OAzH^2$. — Beaux cristaux clinorhombiques fondant à 129-130°; très solubles dans l'alcool, très peu solubles dans l'éther de pétrole.

» *Anilide* ($C^9H^{13}O.AzH.C^6H^5$). — Ressemble beaucoup à l'amide. Fond à 104°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{13}O.AzH.C^6H^5$.
Az...............	6,20	6,11

» *Hydrazide* $C^9H^{13}O.(AzH)^2C^6H^5$. — Très beaux cristaux durs et brillants appartenant au type clinorhombique; fondant à 130°.

» L'amide, l'anilide, l'hydrazide ne sont saponifiés ni par la potasse alcoolique, ni par l'acide sulfurique.

» Nous continuons cette étude au point de vue de la constitution même de l'acide $C^9H^{14}O^2$ [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de rose*. Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Chiris**, présentée par M. Friedel.

« L'étude que nous avons faite de l'eau de rose nous a donné des résultats qui viennent corroborer un des faits les plus intéressants de l'histoire de l'essence de rose : la présence d'un *éther* au nombre des constituants de cette essence.

» Ce fait vient d'être mis en lumière par MM. J. Dupont et J. Guerlain (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 700) qui, ayant soumis, pendant une heure, l'essence de rose à l'ébullition avec la potasse alcoolique, ont constaté d'abord une diminution sensible du pouvoir rotatoire. Après séparation du géraniol et entraînement à la vapeur d'eau, ces chimistes ont traité, avec un petit excès d'acide sulfurique, la liqueur alcaline provenant de la saponification et extrait au moyen de l'éther un acide sirupeux odorant.

» Opérant sur un grand nombre d'échantillons d'eau de rose, nous avons remarqué que cette eau renferme un acide provenant sans doute de la saponification de l'éther de l'essence pendant la distillation.

» L'eau de rose essayée a exigé, pour être neutralisée, 1^{cc} de potasse demi-normale, c'est-à-dire $0^{gr},00028$ de KOH, ce qui correspond à $0^{gr},0003$ d'acide acétique par litre, ou à la saponification de $0^{gr},00098$ d'éther exprimé en $C^{10}H^{17}$, OCO — CH^3, par litre d'eau qui distille.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie du Val-de-Grâce.

» Si l'on tient compte de la faible proportion d'essence que contiennent les fleurs et des grandes masses d'eau mises en jeu, on voit que la distillation introduit un facteur d'altération très considérable.

» Les produits sur lesquels nous avons opéré avaient été obtenus avec toutes les précautions nécessaires : la saponification avait donc été atténuée dans la mesure du possible; aussi sommes-nous persuadés que, en employant des appareils aussi rudimentaires que ceux qui sont en usage chez les Orientaux, nous aurions obtenu des eaux sensiblement plus riches en acide.

» Si, comme les roses françaises, les roses turques renferment une essence éthérée, la destruction de l'éther pendant la distillation pourrait être une des causes pour lesquelles le parfum de cette dernière essence est moins suave que celui de l'essence française.

» En comparant le pouvoir rotatoire des produits de diverses origines on voit que les chiffres fournis par l'essence de rose turque sont plus faibles que ceux donnés par l'essence française.

» Cette différence s'explique parfaitement par la saponification de l'éther fortement lévogyre dont la présence se trouve confirmée par celle d'un acide dans l'eau de rose. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un nouveau ferment du sang*. Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans des Notes antérieures (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 371 et 432) j'ai montré que les aliments amylacés se transforment presque intégralement en graisses dans l'organisme, avec dégagement de CO^2 sans accession d'oxygène correspondant; la graisse est donc la seule réserve un peu importante hydrocarbonée. Depuis, je me suis demandé comment ces réserves graisseuses pouvaient être remises en circulation et être utilisées par l'organisme.

» Les graisses ne sont pour ainsi dire pas attaquées par le carbonate de sodium à la température du corps; il n'était donc pas possible que la faible alcalinité du plasma sanguin suffît à les saponifier; j'ai donc cherché si le sang ne contiendrait pas un ferment capable de réaliser cette attaque.

» Les graisses naturelles se prêtent mal à cette étude; par leur insolubilité, par celle des acides gras qui résultent de leur dédoublement, elles ne sont guère mouillées par le sang qui n'a sur elles qu'une action fort

lente. Aussi je me suis adressé d'abord aux éthers à acides gras proprement dits, et, plus particulièrement, à un éther peu soluble dans l'eau, mais facilement émulsionnable, *la monobutyrine*, découvert par M. Berthelot, qui a signalé sa facile saponification par le suc pancréatique. A l'aide de ce réactif on peut aisément suivre la marche de la saponification, lorsqu'elle a lieu en titrant au carbonate de sodium l'acide butyrique mis en liberté.

» J'ai d'abord constaté que le sérum du sang saponifie aisément et très activement la monobutyrine, quand la solution est neutre ou légèrement alcaline ; mais cette saponification se ralentit considérablement si l'on n'a pas soin de saturer au fur et à mesure l'acide mis en liberté. De plus, pour des temps égaux, et en employant des quantités égales de butyrine, l'acidité croît régulièrement avec la quantité de sérum employée, ce qui permet, jusqu'à un certain point, de comparer entre elles les activités des divers sérums, et, par suite, leur richesse en ferment. Dans les déterminations de ce genre, on ne doit tenir compte que des résultats obtenus dans les premières heures, car l'action se ralentit par suite d'un phénomène sur lequel je reviendrai.

» Pour bien établir qu'il s'agit, dans ces expériences, d'une véritable fermentation diastasique, j'ai opéré aseptiquement de façon à écarter l'influence des ferments figurés. D'ailleurs, l'acidité n'apparaît pas dans des tubes témoins contenant, l'un de la butyrine seule à la même dilution, l'autre du sérum seul. Enfin, dans une dernière expérience, j'ai porté du sérum à 90° pour détruire la diastase et j'ai constaté qu'il ne pouvait plus acidifier la solution de butyrine.

» Les chiffres suivants représentent les nombres de gouttes d'une solution à 5^{gr} par litre de carbonate de sodium nécessaires pour neutraliser 10^{cc} d'une solution de monobutyrine à 25 pour 10 000.

» Ils montrent aussi l'influence de la proportion de ferment.

Temps.	Sérum seul.	Butyrine seule.	Butyrine et $0^{cc},5$ sérum.	Butyrine et 1^{cc} sérum.	Butyrine et 1^{cc} sérum.	Butyrine et sérum chauffé.
20^{m}......	0	0	4	9	9	0
40......	0	0	8	17	17	0
60......	0	0	12	24	24	1
80......	0	0	16	32	31	1
170......	1	1	27	50	49	1
305......	1	2	39	66	66	2

» J'ai vérifié également que les huiles et les graisses naturelles sont saponifiées par le sérum, mais ici l'action est plus lente et ne peut être suivie aussi simplement; on est forcé d'isoler l'acide gras formé; cette saponification des graisses naturelles a trop d'importance pour que je ne la traite ici qu'en passant; je me propose de lui consacrer une Note spéciale.

» J'ai de plus constaté que l'air n'intervient pas dans le phénomène qui se passe également bien à l'abri de l'oxygène.

» Ce ferment, pour lequel je proposerai le nom de *lipase*, est très stable; il persiste dans le sérum pendant fort longtemps; au bout de huit jours, il m'a paru aussi actif qu'au début de l'expérience.

» La présence de la lipase partout où il y a une réserve graisseuse à utiliser, aussi bien dans les végétaux que dans les animaux, comme je le montrerai dans une prochaine Communication, montre que les phénomènes de la dénutrition semblent, chez les animaux et les plantes, s'exercer comme ceux de la digestion par l'intermédiaire des ferments solubles. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une méthode chimique d'appreciation de la valeur boulangère des farines de blé*. Note de M. E. Fleurent, présentée par M. Aimé Girard.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré comment les deux produits constitutifs principaux du gluten des farines de blé concourent, par les différences de leurs caractères physiques, à assurer à ce gluten les propriétés agglutinatives particulières qui permettent de le séparer de l'amidon que ces farines contiennent par un simple malaxage sous un courant d'eau. Pour appuyer cette démonstration, j'ai insisté sur ce fait que les farines des céréales: seigle, orge, riz, maïs, sarrazin, dont le gluten est inextractible par le même procédé, contiennent des quantités très faibles de gliadine, c'est-à-dire du principe agglutinant et ne donnent à la panification que des produits compacts, d'une digestion difficile.

» Or, en examinant de plus près les glutens que j'ai eu l'occasion d'extraire de nombreux échantillons de farines de blés tendres et de blés durs, j'ai observé immédiatement que ces glutens présentent entre eux des caractères physiques très différents et qu'il est possible de les diviser en trois

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327.

catégories distinctes : 1° glutens éminemment élastiques, dont on élimine facilementl'excès d'eau par compression dans les mains et s'affaissant très peu pendant la dessiccation à l'étuve; 2° glutens plus secs et plus cassants que les précédents, d'une dessiccation facile, entre les mains d'abord, et à l'étuve ensuite; 3° glutens très tendres, s'allongeant facilement, mais très peu élastiques, s'attachant à la peau dès le début de la dessiccation entre les mains, coulant et prenant, à l'étuve, la forme des vases dans lesquels on les maintient.

» J'ai cherché naturellement l'explication de ces différences de propriétés physiques et j'ai vérifié qu'elles sont dues à la variation de la composition centésimale des glutens examinés en gluténine et en gliadine. Songeant alors à l'influence que doivent nécessairement exercer, sur les farines soumises à la panification, des glutens aussi différents d'allure, j'en ai conclu qu'il n'était peut-être pas impossible d'instituer une méthode d'appréciation de la valeur boulangère des produits de la mouture, méthode basée sur un contrôle absolument chimique, dépourvue, par conséquent, de toutes les erreurs que comportent les méthodes préconisées jusqu'ici.

» C'est l'exposé de cette méthode d'appréciation de la qualité du gluten qui fait l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Tenant compte de cette observation que la conglutine du blé ne forme qu'une proportion très faible du gluten et qu'il n'y a, par conséquent, aucun intérêt à la peser séparément, on opère le dosage de la gliadine et de la gluténine de la farine à examiner de la façon suivante :

» Dans un flacon à large ouverture, bouchant à l'émeri, on introduit 80^{cc} d'alcool à 70° alcalinisé, dont on connaît exactement le titre (3^{gr} environ de potasse pure par litre), quelques perles de verre, puis, divisé en petits fragments, le gluten provenant de $33^{gr},33$ de farine, tel qu'on le retire de la farine sous un filet d'eau. On agite fréquemment et lorsque la dissolution est complète, c'est-à-dire après trente-six, quarante-huit heures quelquefois, on fait passer jusqu'à refus un courant d'acide carbonique. On verse alors le liquide dans une fiole jaugée à 110^{cc} et l'on complète jusqu'au trait avec l'eau de lavage. On agite alors vivement et l'on prélève 20^{cc} de la liqueur qu'on introduit dans un vase taré qu'on porte à l'étuve. D'autre part, on filtre une partie de la solution pour éliminer la gluténine insoluble, et l'on évapore à ec dans un second vase taré 20^{cc} de la liqueur claire. Après dessiccation complète, on pèse, et, en retranchant du poids de l'extrait la quantité de carbonate de potasse contenu dans les 20^{cc} de l'alcool employé, on a, par un simple calcul, d'une part la quantité de gluten total et la quantité de gliadine, d'autre part, par différence, la quantité de gluténine. On rapporte les quantités de ces deux dernières substances à 100 du gluten total.

» Lorsque la quantité de gluten contenu dans la farine atteint 9-10 pour 100, il est préférable d'opérer la désagrégation avec 150^{cc} d'alcool potassé et de compléter ensuite à 200^{cc} avec de l'eau distillée.

» Parmi les nombreuses analyses que j'ai faites au moyen de cette méthode, je choisis les trois suivantes, qui montrent dans quelles limites peut varier la composition immédiate du gluten des farines de blés tendres.

	Gluten total pour 100 de farine.	Gluténine pour 100 du gluten.	Gliadine et conglutine pour 100 du gluten.
1	9,87	24,90	75,10
2	12,09	33,20	66,80
3	7,44	17,80	82,20

» A la suite de ces essais quantitatifs, j'ai prié M. Lucas, directeur du laboratoire des farines douze marques, que je tiens à remercier de son bienveillant concours, de soumettre à la panification, dans des conditions déterminées sur lesquelles il m'est impossible de m'étendre ici, des échantillons de farine dont la composition du gluten avait été parfaitement déterminée; et de ces essais pratiques, méthodiquement répétés, j'ai pu tirer les conclusions suivantes :

» 1° Quelle que soit la quantité de gluten contenu dans une farine, celle-ci fournira un pain d'autant meilleur au point de vue de son développement, et par conséquent de sa facile digestion, que son gluten se rapprochera plus de la composition centésimale suivante : gluténine, 25 ; gliadine, 75 ; soit le rapport $\frac{1}{3}$.

» 2° Le pain fait avec une farine dans laquelle la quantité de gluténine atteint 20, et la quantité de gliadine 80 pour 100 du gluten total, soit le rapport $\frac{1}{4}$, se développe bien à la fermentation, mais s'aplatit et redevient compact pendant la cuisson ; pour une telle farine, la quantité d'eau qu'on emploie normalement pour le travail est toujours trop élevée et la pâte ne peut être faite qu'avec un excès du produit.

» 3° Lorsque le gluten d'une farine atteint la composition centésimale : gluténine, 34 ; gliadine, 66 ; soit à peu près le rapport $\frac{1}{2}$, la pâte obtenue ne se développe ni à la fermentation ni au four, le pain reste compact et indigeste, la farine ne se travaillant plus qu'avec une extrême difficulté.

» 4° Si l'on admet comme type le pain fait avec la farine dont le gluten présente la composition centésimale indiquée en premier, le pain fait avec une farine dont le gluten s'écarte de 2 pour 100 au-dessus ou au-dessous de cette composition présente déjà des différences qu'un expert peut facilement apprécier.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de montrer, à l'aide de cette méthode, que l'amande du grain de froment contient, du centre à la périphérie, des couches de gluten dont la composition centésimale en gluténine et en gliadine peut varier dans de larges proportions. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de la lèpre de la Betterave.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« M. Trabut a fait connaître ([1]), en 1894, une maladie qui menaçait la culture de la Betterave en Algérie. Sur l'emplacement des premières feuilles cueillies, on voyait apparaître des tubercules « noueux comme ceux de la lèpre », formés aux dépens des feuilles ou des bourgeons. M. Trabut établissait en même temps que les déformations lépreuses sont l'œuvre d'un parasite, caractérisé par des spores brunes formant une poussière charbonneuse comme celles des Ustilaginées. Considérant l'espèce comme nouvelle, il la nomma *Entyloma leproideum*.

» Mais ce parasite présente, même dans ses spores, d'évidentes différences avec les *Entyloma;* aussi l'auteur abandonna-t-il bientôt ([2]) sa première détermination, pour se ranger à l'opinion de M. Saccardo qui en faisait le type d'un genre nouveau d'Ustilaginées sous le nom d'*Œdomyces leproides*.

» Grâce à l'obligeance de M. Trabut, j'ai pu étudier des fragments des tumeurs qui avaient servi à ses propres recherches et à celles de MM. Saccardo et Mattirolo ([3]). Le parasite de la Betterave n'est pas un nouveau type d'Ustilaginée, mais une espèce de Chytridinée anciennement connue sous le nom de *Cladochytrium pulposum* Fischer (*Physoderma pulposum* Wallroth, 1833). M. Trabut, à qui je fis part immédiatement de mon diagnostic, n'y fit aucune objection. Il reconnaît que « beaucoup de caractères des Ustilaginées font défaut au prétendu *Œdomyces* » ([4]).

([1]) L. Trabut, *Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave,* Entyloma leproideum. (*Comptes rendus,* 4 juin 1894.)

([2]) L. Trabut, *Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave,* Œdomyces leproides. (*Revue générale de Botanique,* t. VI, 1894.)

([3]) Saccardo e Mattirolo, *Contribuzione allo studio dell'* Œdomyces leproides *Sacc.* (*Malpighia,* anno X, 1895.)

([4]) On trouvera, dans un prochain fascicule du *Bulletin de la Société botanique de France,* la description détaillée de ce parasite et les preuves de son identité avec le *Cladochytrium pulposum.*

» Je n'insisterai pas sur l'intérêt biologique de cette détermination. Les lésions produites chez la Betterave ressemblent aux œuvres habituelles de plusieurs Chytridinées, tandis que le parasitisme des Ustilaginées provoque des réactions d'une tout autre nature.

» Je veux seulement en signaler l'importance agricole. On ignorait la provenance du parasite de la Betterave, puisqu'on l'attribuait à une espèce inconnue sur tout autre végétal. On sait, au contraire, que le *Cladochytrium pulposum* est répandu sur les espèces les plus diverses de Chénopodées. En Silésie, Schrœter l'a récolté sur l'*Atriplex patula*, sur les *Chenopodium glaucum, rubrum, urbicum*. M. Trabut avait donc raison d'incriminer les *Beta vulgaris*, qui abondent en Algérie à l'état sauvage. Il faut, en outre, considérer comme suspectes les autres Chénopodées vulgaires et rechercher sur elles le parasite. Les tumeurs atteignent une dimension exceptionnelle sur la Betterave, grâce à la masse des réserves que le parasite peut détourner de leur emploi normal. Les déformations sont moins apparentes sur les herbes spontanées; elles se réduisent à des verrues aplaties ou hémisphériques, mesurant 1^{mm} à 2^{mm} de longueur. Telles sont les lésions qui signaleront la présence du parasite sur les tiges, les feuilles, le périanthe des Chénopodées. Dès qu'on les découvrira, on saura quels risques court la culture des Betteraves.

» L'extirpation des Chénopodées sauvages, au voisinage des champs de Betteraves, est une mesure recommandable. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Nouvelles observations sur la maladie de la Gale de la Pomme de terre*. Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note précédente, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie quelle était la cause première de cette Gale. J'ai pu suivre, cette année, les divers progrès de la maladie dont la propagation est singulièrement rapide, car le jardin dans lequel je comptais faire des expériences à son sujet, en me servant de grands pots pour y faire des *cultures réservées* avec des tubercules galeux, m'en a donné un exemple frappant. Une centaine de pieds de Pommes de terre de diverses variétés, qui se trouvaient cultivés dans ce jardin, ont tous été de ce fait plus ou moins contaminés, et cependant les pots qui contenaient les tubercules galeux étaient distants de nombre de ces pieds de Pommes de terre de plus de douze mètres, et se trouvaient placés dans des plates-bandes séparées par

des allées d'un mètre de large. Bien que je n'aie pas fait d'expérience précise pour vérifier le rôle tout spécial qu'ont dû jouer d'assez nombreux lombrics dans cette contamination générale, je crois être autorisé à les considérer comme ayant été les agents de transport du *Micrococcus pellicidus* sur les tubercules devenus galeux, la viscosité de leurs anneaux sétigères me paraissant apte à les faire s'imprégner du mucus du Micrococque, d'autant plus que je n'ai remarqué dans le jardin aucun autre animal fouisseur capable d'opérer cette dissémination, et qu'à l'arrachage il se trouvait toujours nombre de lombrics entre les tubercules.

» Quoi qu'il en soit, je vais résumer mes observations sur ce que j'ai pu ainsi facilement constater.

» La maladie de la Gale a trois stades de développement : le premier stade débute constamment par les petites pustules ponctiformes que j'avais obtenues dans ma première expérience du printemps; sur les variétés rouges, ces pustules exiguës sont blanchâtres; elles sont brunâtres sur les variétés jaunes et violettes, tandis que sur les variétés panachées de rouge elles simulent des ponctuations carminées, par suite d'une formation toute spéciale de matière colorante que le tubercule semble opposer aux points d'attaque.

» Le deuxième stade est caractérisé par la présence de crevasses, en général peu profondes, qui rayonnent plus ou moins régulièrement autour des pustules ponctiformes primordiales. Ces crevasses sont brunâtres sur toutes les variétés.

» Enfin, dans le troisième stade, les crevasses brunâtres se creusent, s'étendent et même parfois se rejoignent, au point qu'elles peuvent de la sorte couvrir toute la surface des tubercules. Les variétés hâtives ne présentent d'ordinaire la maladie qu'à son premier stade; les demi-hâtives la montrent déjà au deuxième stade, et les tardives soit au deuxième, soit au troisième stade. Le développement que prend successivement le Micrococque m'a paru coïncider, en effet, avec les pluies du printemps, d'été et d'automne, et l'humidité plus grande du sol être en relation directe avec l'extension que prend la maladie. En somme, cette maladie de la Gale de la Pomme de terre, toute superficielle, est à peine visible à son premier stade; elle l'est un peu plus au deuxième, mais ce n'est guère qu'au troisième stade qu'elle commence véritablement à être préjudiciable.

» J'ai fait des recherches microscopiques sur les causes efficientes qui pourraient concourir avec le Micrococque à produire les crevasses brunâtres caractéristiques de la maladie, et, contre mon attente, j'ai été conduit à reconnaître que le *Bacterium Bolleyi* ne produisait pas tous les effets qu'il me semblait devoir lui être attribués. Je ne l'ai trouvé que rarement, dans les crevasses profondes, et toujours à l'état de Zooglées. Son action me paraît assez restreinte, car je ne l'ai jamais vu envahir complètement les cellules, ni attaquer les tissus d'une façon perceptible.

» De son côté, le *Micrococcus pellicidus* ne se présente jamais non plus en grandes masses : il se contente de traverser les parois cellulaires et de vivre aux dépens des matières plasmatiques des cellules. Il porte ainsi la mortification dans tout le tissu épidermique où il pénètre, et ne se laisse voir souvent que sur les parois mêmes des cellules récemment envahies.

» Une autre cause efficiente a été signalée comme étant produite par une Mucédinée que j'ai longtemps cherché en vain à découvrir : c'est l'*Oospora Scabies* du Dr Thaxter. J'ai fini cependant par en constater la présence dans mes préparations microscopiques, faites avec d'infimes parcelles du tissu mortifié et spongieux, détachées des crevasses galeuses. Mais cette découverte tardive m'a mis sur la voie de recherches toutes nouvelles, car j'ai d'abord été fort surpris de ne trouver cet *Oospora* que lorsque les tubercules galeux présentaient en même temps une autre maladie, le Rhizoctone de la Pomme de terre [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation actuelle de zéolites sous l'influence du ruissellement superficiel.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La question de l'origine des zéolites attire, de longue date, l'attention des minéralogistes. La fréquence de ces minéraux dans les roches volcaniques a fait penser, pendant longtemps, qu'une température, relativement élevée, était nécessaire à leur formation. La découverte, faite par Daubrée, de nombreuses zéolites, dans les bétons romains de diverses sources thermales dont la température est inférieure à 100° C. (70° C. Plombières, 68° à 58° Bourbonne, 46° Luxeuil), a porté un premier coup à cette théorie. Plus récemment, les draguages du *Challenger* ont rapporté, des profondeurs de l'Océan, des boues volcaniques riches en petits cristaux d'une zéolite, la *christianite*, formés par la simple action de l'eau de mer sur des roches basiques, à une température voisine de 0°. Le but de cette Note est d'apporter des documents nouveaux sur cette question.

» J'ai montré que les zéolites sont extraordinairement abondantes dans les Pyrénées, où je les ai rencontrées dans des filons métallifères, dans des roches éruptives (granites, granulites, diabases, diorites, labradorites et andésites), dans les schistes cristallins (gneiss, micaschites, cipo-

---

(1) Les observations que j'ai faites à ce sujet feront l'objet d'une autre Note explicative, traitant des rapports de la maladie de la Gale avec ce Rhizoctone.

lins), dans des roches paléozoïques de toute nature, et jusque dans des calcaires jurassiques métamorphisés.

» Dans les filons métallifères, les zéolites sont contemporaines du remplissage de ces derniers; c'est ainsi qu'aux mines d'Anglas, près les Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées), l'*harmotome*, la *heulandite* et la *stilbite*, accompagnées d'albite, de chlorite, de quartz et de blende, se trouvent aussi bien implantées sur la blende qu'englobées par elles.

» La formation de la stilbite dans la source thermale d'Olette, signalée autrefois par Bouis, se rattache intimement au mode de production précédent, et il faut peut-être en rapprocher la formation du magnifique gisement de Cambo. J'y ai observé ([1]), dans des fentes du gneiss, perpendiculaires ou obliques au rubanement, de vastes surfaces couvertes de *stilbite*, de *chabasie* (les cristaux dépassent $1^{cm},5$), de *heulandite*, d'*analcime*, de *lumontite*, etc. Il semble que, dans ce cas, une partie des éléments nécessaires à la production des zéolites, a été apportée, bien que dans de nombreux cas, on puisse observer la corrosion sur place de la roche zéolitifère.

» Les gisements qui font plus particulièrement l'objet de cette Note ont une origine tout autre. Ils se trouvent dans la haute montagne, ne sont plus localisés dans des fentes et se présentent dans des conditions ne permettant plus de faire intervenir des sources thermales pour l'explication de leur origine.

» Dans le ravin du Bastard (Ariège), qui fait communiquer le port de Massat avec la vallée du même nom, le ruisseau est creusé à proximité de l'étang de Lherz dans une série de micaschistes granulitisés, de roches riches en grenat, en dipyre, en plagioclases basiques et en amphibole. Celles-ci sont très altérées, fendillées et *imprégnées* par de la *chabasie*, de la *stilbite*. Les zéolites n'existent que dans le lit du ruisseau et sur ses parois; je n'en ai pas trouvé traces dans les roches similaires qui constituent les rochers dominant au nord le ravin. Il y a donc une relation nécessaire entre la décomposition de ces roches et le ruissellement. La formation des zéolites est en outre un *phénomène actuel*, car il n'est pas rare de trouver des fragments éboulés de roches, soudés au rocher par un enduit de chabasie.

» Dans le massif du pic Saint-Barthélemy (col de Girabal, etc.) et surtout au sud d'Ax (vallée de Paraou, coume de Deilla, vallées de Laurenti,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 967; 1890.

de Balbonne, ravins aboutissant au roc Blanc, vallées de L'Estagnet, de Rabassoles, etc.), c'est sous l'influence de l'eau, résultant de la fonte des neiges, que s'est produite une extraordinaire abondance de zéolites. Les minéraux peuvent être surtout recueillis sur le versant nord-est, nord et nord-ouest des cols, dans les couloirs d'avalanches qui sont souvent *pavés* de cristaux de chabasie et de laumontite.

» Le col de Terre-Noire, au-dessus du lac de Naguille, est des plus caractéristiques à cet égard. Sur son versant nord, regardant la coume de Deilla, le granite, rendu très basique par endomorphisme au contact de calcaires, s'émiette, chacun de ses fragments étant imparfaitement soudé au voisin par de la laumontite. La décomposition est strictement limitée au couloir, rempli de neige pendant l'hiver et le printemps; la laumontite n'existe pas dans les roches intactes qui le bordent. On comprend qu'à partir du commencement de la fonte des neiges la roche, fendillée par les gelées, est constamment imprégnée d'eau tombant goutte à goutte et ainsi facilement décomposée. L'examen microscopique montre que la laumontite se forme *sur le cadavre* des feldspaths; elle se concentre aussi dans les fissures de la roche.

» Cette observation peut se généraliser dans toute cette région, et il n'est pas rare d'y trouver sous les névés de menus fragments de roche, recouverts de délicates cristallisations de chabasie, qui excluent toutes hypothèses de transport de cristaux aussi tendres et aussi fragiles.

» En résumé, on voit que, dans les Pyrénées, des zéolites (*chabasie, stilbite, laumontite*, etc.) se forment actuellement par décomposition sur place de roches à feldspaths basiques et à dipyre : cette décomposition est le résultat de l'action de l'eau presque pure, à la température de la glace fondante ou à une température qui, au ravin du Bastard, ne dépasse certainement pas 15°C.

» Les faits, qui viennent d'être exposés, expliquent d'une façon toute naturelle la grande abondance des zéolites dans la région considérée et donnent la raison de la présence constante, que j'ai antérieurement signalée, des zéolites dans ses roches métamorphiques, — dans les calcaires et dans les marnes calcaires jurassiques, modifiées par la lherzolite et les ophites; dans les calcaires métamorphisés par le granite, dans les granites endomorphisés au contact des calcaires, — enfin dans les ophites dipyrisées.

» Toutes ces roches possèdent, en effet, les éléments minéralogiques altérables nécessaires à la formation des zéolites calciques ou sodical-

ciques, c'est-à-dire les plagioclases basiques et le dipyre, et elles se trouvent très fréquemment, en outre, dans les conditions topographiques et climatériques favorables qui ont été indiquées plus haut. »

PALÉONTOLOGIE. — *De l'application des rayons de Röntgen à la Paléontologie*. Note de M. **Lemoine**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les photographies dont je présente des spécimens à l'Académie ont été faites à l'aide des rayons Röntgen, sur quelques-unes des pièces fossiles que j'ai recueillies aux environs de Reims ([1]).

» On peut juger de la facilité avec laquelle les rayons Röntgen traversent les parois fossilisées des pièces osseuses, en apparence les plus opaques, et mettent en évidence des détails que les coupes les mieux réussies n'auraient pu fournir que pour un seul plan, en admettant que la valeur scientifique d'échantillons aussi rares, en même temps que leur fragilité n'aient pas été un obstacle absolu à des tentatives de ce genre.

» Au premier coup d'œil, on voit apparaître la configuration celluleuse des ossements provenant du grand oiseau de Cernay, le *Gastornis*, ainsi que celle du *Remiornis*. On peut en juger en considérant les figures des vertèbres, d'un corps d'humérus, d'un radius, d'un métacarpe et de phalanges du pied.

» J'appelle également l'attention sur les pièces osseuses provenant de divers Reptiles. J'insiste sur l'homogénéité d'un humérus de Simœdosaure, qui forme le contraste le plus absolu avec les os d'oiseau.

» Les pièces osseuses de Poissons sont assez nombreuses. Quelques-unes proviennent du Lépidosté, de l'Amia et de divers Squales. Une pièce vertébrale de Requin a une importance spéciale, car elle révèle la possibilité d'appliquer avec facilité les nouveaux principes proposés pour la classification si difficile de ces Poissons, principes basés sur la conformation intérieure des corps vertébraux.

» Les échantillons provenant des Mammifères sont rassemblés en assez grand nombre sur d'autres plaques. Ils proviennent de la faune cernay-

---

([1]) Je dois remercier M. le Dr Remy, chef des travaux histologiques à la Faculté de Médecine, et M. Contremoulins, son préparateur. Le premier a bien voulu mettre à ma disposition l'installation de son laboratoire, et c'est au précieux concours du second que je dois ces photographies.

sienne et de la faune agéienne des environs de Reims. J'y ai joint quelques pièces des phosphorites que M. Filhol a bien voulu m'offrir. Je signale particulièrement un fragment de crâne du *Pleuraspidotherium*, qui nous permet de nous faire une idée exacte de la configuration de l'encéphale d'un type si ancien. Tous les détails relatifs aux canaux nourriciers des maxillaires, de tailles très diverses, sont mis en évidence, ainsi que la disposition tant extérieure qu'intérieure de la couronne et des racines des dents.

» Il est inutile d'insister sur l'intérêt de renseignements obtenus aussi facilement sur des organes très importants. Si, par un heureux hasard, les deux dentitions successives coexistent dans la même mandibule, les rayons de Röntgen nous les font reconnaître et étudier sans mutilation. Ils nous permettent, d'autre part, de préciser la question si importante du contact des dents des deux mâchoires. Bien supérieurs aux procédés photographiques ordinaires, ils mettent en évidence avec la même netteté tous les plans de la pièce osseuse, ainsi que le nombre et la valeur proportionnelle des denticules.

» La nature de la fossilisation semble avoir une importance de premier ordre sur les résultats obtenus; c'est ainsi que les maxillaires provenant des phosphorites paraissent moins favorisés au point de vue de la translucidité que ceux de la faune agéienne et de la faune cernaysienne. D'autre part, un fragment de maxillaire d'Arctocyon, par suite de sa fossilisation toute spéciale, s'est montré réfractaire à la pénétration des rayons de Röntgen.

» J'ai joint, aux reproductions des pièces osseuses, celles de coquilles fossiles, non moins démonstratives; vraisemblablement, l'étude de leur conformation intérieure devra prêter un précieux concours aux recherches malacologiques, si importantes pour le paléontologiste. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tassement des argiles au sein des eaux.* Note de M. J. Thoulet.

« Le *tassement* d'une argile à un moment déterminé, au sein d'un milieu quelconque, air ou eau, est le rapport entre le poids de cette argile et le volume qu'elle occupe. La *hauteur de tassement* est le rapport entre la densité réelle et le tassement; c'est le rapport entre la hauteur d'une colonne d'argile dans les conditions de l'observation et celle qu'elle posséde-

rait si la matière était suffisamment comprimée pour acquérir sa densité réelle.

» Dans des expériences qui ont duré plus de neuf mois, on a étudié le tassement de kaolin et d'argile de Vanves, soit qu'on l'ait laissé s'effectuer en surchargeant de poids la couche d'argile déposée au fond d'un tube de verre, soit qu'on ait accéléré l'opération en frappant le tube sur une surface résistante. Les tubes étant calibrés et remplis d'eau, on y versait un poids connu d'argile délayée et l'on mesurait la hauteur de la couche formée.

» On a préalablement exécuté quelques expériences sur des grains de plomb sphériques, de divers diamètres, tassés dans un vase en verre de volume connu et où l'on cubait à l'eau le volume des interstices compris entre les grains. Les valeurs respectives du rapport du vide au volume total et du rapport du vide au volume plein décroissent avec le diamètre des grains. Le tassement augmente ou, en d'autres termes, le volume total des interstices laissés vides diminue, à mesure que la dimension des grains diminue elle-même.

» Avec le kaolin, en couche déposée au fond de l'eau et surchargée progressivement de poids, on a reconnu que :

» L'apparition d'une nappe horizontale bien distincte, au sein d'une eau uniformément chargée d'argile, a lieu après un temps très court. Cette observation réfute l'opinion qui avait été émise, que les sédiments tombant de la surface et s'accumulant sur le fond des océans formaient, à partir du fond, une sorte d'atmosphère vaseuse se raréfiant de plus en plus et par degrés insensibles en particules solides, à mesure qu'elle se rapprochait de la surface. En réalité, la couche de sédiments est parfaitement distincte et limitée par une nappe horizontale, la séparant nettement des eaux limpides sus-jacentes.

» Après sept à huit jours, le tassement s'opère avec une lenteur extrême.

» Lorsque plusieurs couches d'argile sont superposées, les effets des additions de charge se font sentir sur les couches inférieures avec un retard d'autant plus considérable que la profondeur de la couche est elle-même plus considérable.

» Le tassement de couches superposées a lieu en progression décroissante de bas en haut; il se fait très lentement. Tant qu'une couche d'argile demeure au sein des eaux, quel que soit le poids des couches solides qui la recouvrent, sa hauteur reste toujours environ trois fois plus grande qu'elle ne le devient lorsque des phénomènes d'ordre géologique l'amènent hors des eaux et l'obligent à prendre sa densité vraie. Il se produit donc, par l'assèchement consécutif à l'exondement, un retrait qui occasionne forcément des ruptures aux couches rigides sus-jacentes. Ce phénomène doit se manifester fréquemment dans les couches de calcaire superposées à des couches d'argile. Les observations océanographiques montrent que le cas est fréquent au fond des mers où des coraux se développent en masses considérables par-dessus des vases. Il convient de tenir compte de cette remarque en stratigraphie, et ne point se laisser entraîner à attribuer ces dislocations à des mouvements orogéniques du sol.

» Le tassement à refus par chocs s'opère beaucoup plus rapidement que celui par simple compression. Dans des tubes fermés, il est d'autant plus grand que l'épaisseur de la couche est moindre; sa valeur est indépendante de la surface de base du tube.

Pour une même espèce d'argile, il l'emporte de beaucoup sur le tassement par compression. Avec le kaolin, il est presque le double. Pour des variétés différentes d'argile, il est très variable et peut-être caractéristique de chaque variété. Il semble être d'autant plus considérable que l'argile est moins liante. Au point de vue géologique, il en résulterait que la contraction par assèchement et, par suite, l'affaissement consécutif des couches rocheuses sus-jacentes, seraient d'autant plus grands que l'argile est plus grasse. »

M. Chapel adresse une Note « Sur le retour de phénomènes météorologiques exceptionnels dans le mois de novembre 1896. »

L'auteur signale, en particulier : 1° la période du 10 au 14 novembre, époque de la rencontre de l'essaim des Léonides, pour laquelle on doit s'attendre à une recrudescence dans le flux des étoiles filantes et dans les accidents météorologiques supposés en relation avec les rencontres d'essaims; 2° la période du 27 au 29, pendant laquelle on a observé, en 1883, des colorations crépusculaires, rapportées par certains météorologistes à l'éruption du Krakatoa. Selon l'auteur, ces lueurs devaient être rattachées à la présence d'une matière cosmique, circulant dans l'orbite de la comète de Biéla, et qui, par suite, se retrouveraient au voisinage de la Terre après une double révolution, c'est-à-dire au bout de treize ans : il est donc intéressant de voir si ces colorations viendront à se reproduire en 1896.

M. Willot adresse, par l'entremise de M. Chatin, une Note relative à la destruction de l'*Heterodera Schachtii* et autres animaux nuisibles dans la culture de la Betterave.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 novembre 1896.

Science et Morale, par M. Berthelot, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Calmann Lévy, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Annales de l'observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par M. J. Janssen, Directeur de l'observatoire. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par l'Auteur.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1896; 1 vol. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XX. Septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Congrès géologique international. Catalogue des bibliographies géologiques, rédigé avec le concours des Membres de la Commission bibliographique du Congrès, par Emm. de Margerie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XII. Octobre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Novembre 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

L'Action de la pression des équinoxes sur les températures du globe. Déterminations théoriques, par Jules Péroche. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences de Lille*). Paris, F. Alcan, 1896; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Mémoires et Observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires, rédigé sous la surveillance des vétérinaires principaux de la Section technique de la cavalerie et publié par ordre du Ministre de la Guerre. 2e série. Tome dix-huitième. Paris, H. Charles Lavauzelle, 1896; 1 vol. in-8°.

Fifteenth annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior 1893-94, by J.-W. Powell, Director. Washington, 1895; 1 vol. in-4°.

Real Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Série II. Volume XXVIII. Milano, Ulrico Hoepli, 1895. 1 vol. gr. in-8°.

Memorie di Matematica e di Fisica della Societa italiana delle Scienze. Seria terza. Tomo X. Roma, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1895.)

Note de M. *Th. Schlœsing* fils, sur le dosage de l'argon :

Tome CXXI, page 606, ligne 7 en remontant, au dernier nombre du dernier Tableau de chiffres, *au lieu de* 1,118, *lisez* 1,180.

(Séance du 2 novembre 1896.)

Note de M. *P. Janet,* Sur une méthode de mesure de la température des lampes à incandescence :

Tome CXXIII, page 690, ligne 2 en remontant, *au lieu de* puissance, *lisez* énergie.